

**T.C.
ERZİNCAN BİNALİ YILDIRIM ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**TROMBIDIOIDEA AKAR TÜRLERİNDE KROMOZOM SAYILARININ
BELİRLENMESİ**

Rümeysa KARAĞAÇ

Danışman: Prof. Dr. Sevgi SEVSAY

**BİYOLOJİ
ANABİLİM DALI**

**ERZİNCAN
2021
Her Hakkı Saklıdır.**

ÖZET

Yüksek Lisans

TROMBIDIOIDEA AKAR TÜRLERİNDE KROMOZOM SAYILARININ BELİRLENMESİ

Rümeysa KARAĞAÇ

Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Biyoloji Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Sevgi SEVSAY

Trombidioidea üst familyasının bugüne kadar kromozom sayıları hakkında herhangi bir çalışma yapılmamıştır. Bu çalışma ile morfolojik ve taksonomik yönden yeterli derecede çalışılmış, fakat sitolojik bakımdan çalışılmamış trombidioid akarların üç taksonu incelenmiş, kromozom sayıları, monoploid idiyogramları ve kromozomal ölçümleri yapılmıştır. Bu maksatla *Trombidium holosericeum*, *Trombidium latum* ve *Eutrombidium trigonum* türleri hem alkol içerisinden hem de araziden canlı toplanan örnekler üzerinden yapılmıştır. Çalışma için toplam 32 birey kullanılmış ve en iyi kromozomların hangi hayat evresinde görüleceğini bulmak için farklı yaşam safhaları kullanılmıştır. Bu çalışma için Imai ve arkadaşları (1988) tarafından geliştirilen ve Gokhman Quicke (1995) tarafından modifiye edilen sitogenetik protokolü kullanılmıştır. *T. holosericeum* için $2n=12$, *T. latum* için $2n=12$ ve *E. trigonum* için $2n=14$ olarak bulunmuştur. *T. holosericeum* toplam haploid kromozom uzunluğu 8.31 μm , ortalama kromozom uzunluğu 1.38 μm , *T. latum* 'un toplam haploid kromozom uzunluğu 7.13 μm , ortalama kromozom uzunluğu 1.18 μm ve *E. trigonum* için toplam haploid kromozom uzunluğu 6.35 μm , ortalama kromozom uzunluğu 0.9 μm olarak ölçülmüştür. *T. holosericeum* kromozom uzunlukları 1.05-1.92 μm arasında, *T. latum* 0.76-1.71 μm arasında ve *E. trigonum* 0.68-1.40 μm arasında değişmektedir. Verilere dayanarak *T. holosericeum* ile *T. latum* 'un sibling tür olabilecekleri kanaatine varılmıştır.

2021, 45 Sayfa

Anahtar Kelimeler: Akar, *Eutrombidium*, Kadife akar, Kromozom, *Trombidium*

ABSTRACT

MSc Thesis

THE DETERMINATION OF CHROMOSOME NUMBER OF TROMBIDIOIDEA MITE SPECIES

Rümeysa KARAĞAÇ

Erzincan Binali Yıldırım University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Biology

Supervisor: Prof. Dr. Sevgi SEVSAY

To date, no study has been conducted on the chromosome numbers of the Trombidioidea superfamily. In this study, three taxa of trombidoid mites, which have been studied morphologically and taxonomically, but not cytologically, were examined, their chromosome numbers, monoploid idiograms and chromosomal measurements were made. For this, samples of *Trombidium holosericeum*, *Trombidium latum* and *Eutrombidium trigonum* species collected both from alcohol and from the field were used. A total of 32 individuals were used in the study and different life stages were tried in order to find out which life stage the best chromosomes would be seen. The cytogenetic protocol modified by Imai et al. (1988) and Gokhman Quicke (1995) was used as a method for this study. This was found to be $2n=12$ for *T. holosericeum*, $2n=12$ for *T. latum* and $2n=14$ for *E. trigonum*. *T. holosericeum* has a total haploid chromosome length of 8.31 μm , an average chromosome length of 1.38 μm , a total haploid chromosome length of 7.13 μm for *T. latum*, an average chromosome length of 1.18 μm , and a total haploid chromosome length of 6.35 μm , an average chromosome length of 0.9 μm for *E. trigonum*. Chromosome lengths of *T. holosericeum* vary between 1.05-1.92 μm , *T. latum* between 0.76-1.71 μm and *E. trigonum* between 0.68-1.40 μm . Based on the data, it was concluded that *T. holosericeum* and *T. latum* may be sibling species.

2021, 45 Pages

Keywords: Acari, Chromosome, *Eutrombidium*, *Trombidium*, Velvet acari

TEŞEKKÜR

Başta çalışmalarımı yapmam için geçen bu zorlu süreçte emeğini ve desteğini her an hissettiğim, saygıdeğer danışmanım Prof. Dr. Sevgi SEVSAY' a en içten teşekkürlerimi sunarım.

Çalışma sonuçlarının analizi ve sitolojik incelemelerinin tüm aşamalarında yardımcı olan ve desteklerini bir an olsun esirgemeyen Yozgat Bozok Üniversitesi öğretim üyelerinden Prof. Dr. Halil Erhan EROĞLU ve Doktora Öğrencisi Nisa GÜMÜŞ' e şükranlarımı sunarım.

Laboratuvar çalışmalarımda özellikle materyal teminin de yardımı esirgemeyen Dr. Öğr. Üyesi Mehmet KUZUCU' ya, Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi Zooloji Laboratuvarı Doktora ve Yüksek Lisans öğrencilerine, Dr. Öğr. Üyesi Evren BUĞA' ya, yüksek lisans öğrencisi Alper TORUNLAR' a, Doç. Dr. Hasan Hüseyin ÖZBEK' e ve son olarak bu günlere gelmem de hayatımın her anında maddi manevi desteklerini esirgemeyen anne ve babama teşekkürlerimi sunuyorum.

Ayrıca bu çalışma Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi Proje Koordinasyon Uygulama ve Araştırma Merkezi tarafından FYL-2020-748 numaralı proje ile desteklenmiştir. Desteklerinden dolayı Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi'ne teşekkür ederim.

Rümeysa KARAĞAÇ

Temmuz, 2021

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET.....	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
İÇİNDEKİLER	iv
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	v
TABLolar LİSTESİ.....	vi
SİMGELER ve KISALTMALAR	vii
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	18
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	22
3.1. Materyal	22
3.1.1. Alkol içerisindeki akar örnekleri.....	22
3.1.2. Canlı akar örnekleri.....	23
3.2. Yöntem	24
3.2.1. Kullanılan cihazlar.....	24
3.2.2. Kullanılan kimyasallar	24
3.2.3. Çözeltilerin hazırlanması	25
3.2.4. Sitogenetik protokol	25
3.2.5. Preparat ve boyama işlemi	26
3.2.6. Görüntüleme.....	27
4. ARAŞTIRMA BULGULARI.....	28
4.1. <i>Trombidium holosericeum</i>	28
4.2. <i>Trombidium latum</i>	30
4.3. <i>Eutrombidium trigonum</i>	31
5. SONUÇLAR.....	34
KAYNAKLAR	36

ŞEKİLLER LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.1. Parasitengonanın yaşam döngüsü (Wohltmann vd.,2006).....	7
Şekil 1.2. Akarların genel görünüşü a. <i>Trombidium holosericeum</i> b. <i>Trombidium latum</i> ..	9
Şekil 1.3. <i>Eutrombidium trigonum</i> 'un yaşam evreleri: A-Yumurta, B-Prelarva, C-Protonimf, D-Deutonimf ve Ergin (Sevsay ve Karakurt, 2013).....	10
Şekil 1.4. Sentromer pozisyonuna göre kromozom tipleri.....	14
Şekil 1.5. Holosentrik ve monosentrik kromozom	15
Şekil 3.1. Berlese düzeneği	22
Şekil 3.2. Canlı örnekler için yaşam şişesi.....	23
Şekil 3.3. Kullanılan cihazlar	24
Şekil 3.4. Kurumaya bırakılan preparatlar	26
Şekil 4.1. <i>Trombidium holosericeum</i> ' un metafaz kromozomları, $2n=12$	28
Şekil 4.2. <i>Trombidium holosericeum</i> ' un monoploid idiyogramı.....	29
Şekil 4.3. <i>Trombidium latum</i> ' un metafaz kromozomları, $2n=12$	30
Şekil 4.4. <i>Trombidium latum</i> ' un monoploid idiyogramı	31
Şekil 4.5. <i>Eutrombidium trigonum</i> ' un metafaz kromozomları, $2n=14$	32
Şekil 4.6. <i>Eutrombidium trigonum</i> ' un monoploid idiyogramı	33

TABLÖLAR LİSTESİ

	Sayfa
Tablo 2.1. Akarlar üzerine yapılan kromozom çalışmaları ve bulgular.....	19
Tablo 4.1. <i>Trombidium holosericeum</i> ’ un detaylı kromozom ölçümleri	29
Tablo 4.2. <i>Trombidium latum</i> ’ un detaylı kromozom ölçümleri.....	31
Tablo 4.3. <i>Eutrombidium trigonum</i> ’ un detaylı kromozom ölçümleri.....	33



SİMGELER ve KISALTMALAR

Simgeler

μm	Mikro Metre
$^{\circ}C$	Celsius
$2n$	Diploid Kromozom Sayısı
bs	Subkapitular Kıl (veya hipostomal)
cm	Santimetre
g	Gram
km	Kilometre
mg	Miligram
ml	Mililitre
mm	Milimetre
n	Haploid Kromozom Sayısı
pH	Power of Hydrogen
p	Kromozomun uzun kolu
q	Kromozom kısa kolu
rpm	Revolution per Minute
SL	Skutellumun Üzerindeki Kıl (c1 kılı)

Kısaltmalar

DNA	Deoksiribo Nükleik Asit
KCl	Potasyum klorür
NOR	Nükleolar Organiser Region
rRNA	Ribozomal RNA
SAT	Satellit Taşıyan Kromozom

1. GİRİŞ

Akarların Genel Özellikleri

Eklembacaklılar şubesi dört alt şubeye ayrılır. Bunlar; Trilobita, Chelicerata, Crustacea ve Uniramia'dır. Chelicerata alt şubesi üç sınıfa ayrılır; Merostomata, Pycnogonida, Arachnida. Bu üç sınıftan ilk bahsedilenler de iki grup denizel türler yer alırken, Araknida sınıfı ise karada yaşayan keliserli hayvan türleri yer almaktadır.

Araknidanın alt sınıfı olan akarlar, acari, acarina veya mite olarak isimlendirilen, hayvanlar aleminin Chelicerata alt şubesinin eşsiz özellikteki omurgasız eklem bacaklılarıdır. Latince segmentsiz olarak adlandırılır.

Akarlar, Parasitiformes (Anactinotrichida) ve Acariformes (Actinotrichida) olmak üzere iki üst gruba ayrılırlar. Trombidiformes takımının da içerisinde yer aldığı Acariformes grubunun bilinen tür sayısı yaklaşık 42000' dir. Trombidiformes takımı Acariformes grubunun en zengin akarlarıdır (Krantz ve Walter, 2009; Walter ve Proctor, 2013).

Genel itibariyle akarlar çok küçük canlılardır, mikrometrelerle ölçülürler. Vücut büyüklükleri 100 mikrometre ile 3 cm arasında değişmektedir. Çok az bir kısmı 1 mm'yi geçmektedir. Genel olarak boyutları 250-750 mikrometre arasında değişmektedir. Kadife akarlar ve keneler boyut olarak daha büyük, gözle görülebilir yapıdadırlar.

Akarların büyük bir bölümü gözle görülemeyen, ekstrem çevre şartlarına uyum sağlayabilen, özellikle sıcak ve nemli ortamlarda rahatlıkla çoğalabilen hayvanlardır.

Vücut yüzeyleri diğer eklembacaklılarda olduğu gibi, epidermisten salgılanan kitin yapıda dış iskelet ile örtülüdür. Dış iskelet deri, iç organlar ve kaslar için destek görevi görür, fiziksel etkenlere karşı vücudu korur, kaslar için tutunma noktası olarak görev yapar, yumuşak akarlarda dış iskelet işlevi olarak kabul edilir, hidrostatik basıncı sınırlar, sert ve yumuşak akarların kurumasını önler iç nemi dengeler, yine yumuşak vücutlu akarların şeklini korur ve duyu organı olarak işlev görür. Deri, hücresel yapıda epidermis (hipodermis) ve epidermisten salgılanan hücresel olmayan yapıda kutikula tabakadan oluşur. Dış iskeletteki moleküller arasındaki çapraz bağlar deriye sağlamlık ve sertlik verir ve bu bağlar protein ve yağlar, protein ve kitinler, kükürt ve kinon grupları arasında

yer alabilir. Kutikula; dıştan içe doğru epikutikula, ekzokutikula ve endokutikula olmak üzere üç tabakadan meydana gelir. Ekzokutikula deriye sertlik, endokutikula ise elastikiyet sağlar. Ekzokutikula ve endokutikulanın her ikisine prokutikula da denir. Prokutikula kitin ve proteinden oluşmuş (glikoprotein), epidermis üzerinde ve lamelli yapıdadır. Kutikulanın yapısındaki proteine arthropodin denir. Arthropodin bir protein karışımıdır. Prokutikulanın ince yapısı incelendiğinde şekilsiz protein matriksi ve bu matriks içine gömülmüş, matrikse göre daha sert ve ince olan kitin fibrillerinden meydana geldiği görülür. Bazı akarlarda epidermise bitişik olarak Schmidt tabakası bulunur. Görevi tam olarak bilinmeyen bu tabakayla kutikula epidermisten ayrılmıştır.

Akarlar oldukça geniş bir yaşama alanına sahiptirler. Karada, tatlı, tuzlu, sıcak sularda, depo ürünlerinde, bitkiler üzerinde, ev tozunda yaşayabilirler. Akarlar doğada serbest halde veya simbiyotik olarak yaşayabilirler. Serbest yaşayan akar formları, gelişimlerinin bir döneminde diğer hayvanlar üzerinde foretik veya parazit olarak yaşarlar. Sucul formları olmasına karşın genellikle karaya adapte olmuş canlı gruplarıdır. Serbest yaşayan akarların çoğunluğu, birincil veya ikincil döküntü, toprak katmanlarında yaşarlar. Doğada çok farklı materyallerle beslenmelerini gerçekleştirirler. Herbivor olarak isimlendirilen akarlar canlı bitki dokuları ile; saprofag olarak isimlendirilen akarlar l bitki ve hayvan dokuları ile; fungivor veya algivor olarak isimlendirilen akarlar maya, mantar, alg, bakteri ile beslenirler.

İnsan vücudundan dökülen toz ve deri parçaları ile beslenen akar grupları da mevcuttur. İnsan vücudunda milyarlarca akar yaşamaktadır. Bu akarlar genelde ev ortamında, halı, koltuk, yatak ve daha çok kirli ortamlarda yaşamalarını sürdürürler.

Bazı akar grupları zirai zararlılar arasında yer alır ve bitkiler üzerinden beslenir. Bazı zorunlu hematofag olan akarlar hayvanların et ve süt veriminde kayıplara neden olurlar.

Dünyanın en yaygın mesofaunasını kapsayan akarlar, karasal ekosistemde hemiedafik olarak tanımlanan, yani organik madde ve ham humus tabakalarında yaşayan ve bu organik maddelerin kısmi ayrışımını sağlayan organizmalardan birini oluşturur. Bazı türleri mineral topraklarda da bulunabilir. Toprakta homojen dağılım göstermezler. En yaygın bulundukları yaşama alanları orman topraklarıdır. Akarlar topraktaki dominant hayvanlar arasında olup, ağırlık olarak toprak omurgasızlarının %7'sini kapsarlar.

Toprak akarlarından bazılarının yassı kurtların ara konakçılığını yapmaları, diğer bazılarının ise hava kirliliği, asit yağmurları ve toprağın işlenmesi dahil toprak ekosistemleri üzerindeki insan aktivitelerinin etkisinin ekolojik göstergeleri olmaları nedeniyle önem arz ederler (Doğan, 2009).

Akarların gelişiminde larva, nimf ve ergin dönemleri vardır. Larvaları üç çift, nimf ve erginleri dört çift bacak taşır. Biyolojileri, ekolojileri ve davranışları ile embriyonik dönemlerine ait bilgiler sınırlıdır. Bu durum, farklı akar grupları arasındaki gelişim farklılıklarını ve orijinlerini anlamayı zorlaştırmaktadır. Yukarıda bazı özellikleri verilen bu canlı grubunun çeşitli yönleriyle araştırılması temel ve uygulamalı bilim dalları için önem arz etmektedir.

Prostigmata'nın genel özellikleri

Trombidiformes takımı içerisinde bulunan Prostigmata alt takımı akarlarında stigma adı verilen açıklıkları vücudun ön kısmında yer almaktadır. Yaşam alanları yarı sucul ve karasal habitatlar olarak karşımıza çıkmaktadır (Walter ve Proctor, 2013).

Akarlar içerisinde morfolojik olarak en fazla çeşitliliğe sahip olan gruptur. Parasitengona (Acari: Prostigmata); 11 üst familyası (su akarları bu grubun 8 grubunu kapsar), 45-60 familyası, 520 cins ve büyük oranda su akarlarının oluşturduğu binlerce türü tanımlanmıştır (Welbourn, 1984; Wohltmann vd., 2007).

Prostigmata takımı dört üst gruba sahiptir. Anystina üst grubu, 22 süper familya ile en fazla üst familyaya sahip grubu oluşturmaktadır.

Prostigmata grubu akarlarının stigma açıklıkları, vücudun ön kısmında bulunmaktadır. Yumuşak vücutlu akarlar olarak tanımlanmaktadır.

Yaklaşık 150 familya tanımlanmış ve 11 000 tür ile temsil edilmektedirler. Bu akarlar avcı ve parazit olarak yaşarlar. Zengin beslenme çeşitliliğine sahiptirler. Akarlar içerisinde morfolojik, ontogenetik ve davranışsal çeşitliliği en fazla olan gruptur. Vücut uzunlukları 300-500 µm arasında değişmektedir. Trombidiidae üyelerinin bir kısmında vücut uzunlukları 12 mm'yi aşabilmektedir. Yaşam alanları çeşitlilik gösterir. Karada, yarı sucul ortamlarda fitofag, saprofag, parafag olarak beslenen avcı ve parazitlerden

oluşan zengin bir gruptur. Bu yönüyle Prostigmata en farklı taksonlardan biri olarak karşımıza çıkmaktadır. Prostigmatid akarlar farklı yaşam formları içerir. Predatör, parazitoid, parazit, fungivor, algivor ve bryofaglardır. Grubun büyük çoğunluğu fitofagdır. Fitofag olan gruplar; Eupodoidea, Tydeoidea, Tarsonemoidea, Raphignathoidea, Tetranychoida ve Eriophyoidea şeklindedir. Bu akarların bir kısmı parazit olarak yaşayan gruplardır ve önemli ziraî zararlılar arasında yer alırlar. Örümcek akarları (Tetranychidae), yassı akarlar (Tenuipalpidae) ve gal akarları (Eriophyidae) bu zararlılara arasında yer alırlar (Doğan, 2009).

Parasitengona üyelerinin karasal formları, diğer üyelere göre nispeten daha büyük boyutu, yoğun ve kadife gibi kılları, göze çarpan vücut yapıları sebebi ile daha fazla çalışılmıştır (Mağol, 2007).

Parasitengona'nın karasal formları 3 ayrı üst familyadan oluşmaktadır. Bunlar; Calyptostomatoidea, Erythraeoidea ve Trombidioidea. Bu üç üst familya 7 ila 9 bin türü kapsamaktadır (Grandjean, 1973; Robaux, 1973, 1974; Kethley, 1982; Welbourn, 1991, 1999; Wohltmann, 2000). Karasal Parasitengonaya ile ilgili (Trombiculidae ve Walchiidae istisna) yapılan çalışmalarda sadece larvadan 837 tür, postlarva safhasından 891 tür, her iki safhadan ise 125 türün verilmiş olması bu çalışmaların ne kadar önemli olduğunu göstermektedir (Mağol ve Wohltmann 2012, 2013; Sevsay, 2017).

Karasal Parasitengona'nın en büyük alt grubunu Trombidioidea üst familyası oluşturmaktadır. Trombidioidea üst familyası parlak, kırmızı vücut renkleri, farklı yaşam alanları ile en dikkat çekici grubu oluşturmaktadır. Bu canlılar larva döneminde parazit formda olup ergin dönem de ise avcı durumundadırlar. Çok farklı yaşam alanlarına sahip bu canlılar genel olarak nemli ortamlarda, döküntü tabakalarda, toprağa uyum sağlayarak bu alanlar da yaşarlar.

Karasal parasitengona yedi farklı yaşam evresi geçirir. Bunlar sırasıyla; yumurta, prelarva, larva, protonimf, deutonimf, tritonimf ve ergindir. Prelarva, protonimf ve tritonimf dönemleri hareketsiz, aktif değilken larva, deutonimf ve ergin dönemlerinde ise aktif formdadırlar. Hayat döngüsü heteromorfiktir. Larva evresi genellikle parazit olarak konak üzerinde ve konaktan beslendiği dönemdir. Deutonimf ve ergin safhaları ise

predatördür. Deutonimf ve ergin dönemleri ise larva sonrası dönemi (postlarva) olarak isimlendirilir (Wohltmann vd., 2006).

Larva ve postlarva dönemlerinde akarların morfolojik yapıları, genel vücut yapıları farklılık göstermesinden dolayı her iki safhanın laboratuvar koşullarında gözlenemediği günümüze kadar verilen türlerin çoğu bilgi kirliliğine yol açmıştır. Bu bilgi karmaşasını, arazi ortamından elle canlı olarak erginlerin toplanıp, laboratuvar koşullarında yaşam şişelerinde yumurtlattıktan sonra larvaların elde edilmesi (Mağol ve Sevsay, 2011) veya toplanan konaklar üzerinde beslenmiş larvalardan, laboratuvar ortamında deutonimf oluşumunun sağlanması ile engellenebilir (Wohltmann vd., 1996).

Trombidioidea (Kadife akarları)

Trombidioidea üst familyasından bugüne kadar 226 cins ve 917 tür kaydedilmiştir (Mağol ve Wohltmann, 2012).

Karasal Parasitengona'nın en geniş alt grubunu Trombidioidea üst familyası oluşturmaktadır. Krantz (2009) bu grubu 4 familyaya ayırmıştır; Trombidiidae, Neothrombiidae, Eutrombidiidae, Microtrombidiidae. Zhang (2011) ise bu grubu dört familyaya ayırmıştır; Achaemenothrombiidae, Neothrombiidae, Microtrombidiidae, Trombidiidae.

Mağol ve Wohltmann (2012) ise Trombidioidea grubunu 14 familya altında toplamıştır; Achaemenothrombiidae, Trombidiidae, Podothrombiidae, Microtrombidiidae, Neothrombiidae, Tanaupodidae, Johnstonianidae, Neotrombidiidae, Trombellidae, Audyanidae, Yurebillidae, Chyzeriidae, Allotanaupodidae ve Amphotrombidiidae.

Trombidioidea akarlar daha çok sucul habitatlarda veya sucul alanlara yakın çevrelerde yaşarlar. Microtrombidiidae ve Trombidiidae familyasına sahip akarların deutonimf ile erginleri su içine battığında, yoğun kıllı kutikula ile su arasında oluşan direkt teması engellemek için yaklaşık üç hafta sürecek olan vücudu saran bir hava tabakası oluştururlar (Wohltmann, 2005). Bu familyada yer alan akarlar yoğun bir şekilde su altında kaldığında vücutlarını saran hava tabakası ile kendilerini korumaya alırlar. Trombidioidea grubunda yer alan akarlar karmaşık yaşam döngüsüne sahip canlılardır. Bu döngü prelarva, larva,

protonimf, deutonimf, tritonimf ve ergin olmak üzere 6 evreden oluşmaktadır (Bkz. Şekil 1.1).

Bu akarların larva, deutonimf ve ergin dönemlerinde ise yırtıcı oldukları bilinmektedir. Yine bu gruptaki bazı akar larvalarının da beslenmediği kaydedilmiştir (Robaux, 1967).

Bu gruba ait çoğu tür parazit dönemde üzerinde beslendikleri canlıları zayıflatır ve popülasyonlarını dengede tutarlar (Severin, 1944; Welbourn, 1983, 1991; Wohltmann vd., 1996, 2007; Husband ve Wohltmann, 2011).

Deri değişiminin birkaç defa gözlemlendiği kadife akarlarının gelişimleri için nem, pH, sıcaklık ve besin gibi ögeler çok önemlidir. Gelişimlerinin erken dönemlerinde nemin yüksek seviyede sıcaklık değerinin ise 14-25 °C olması önemlidir (Zhang ve Xin, 1992; Zhang, 1998).

Trombidioidea'nın yoğun vücut kılları, kırmızı rengi, tüylü görünümünden dolayı bu gruba 'kadife akar' denmiştir (Proctor, 1998).

Vücut yapıları oval, silindirik veya dikdörtgenimsi şekilde olup, genelde ön kısımları (aspidosoma-opisthosoma sınırında) genişlemiştir. Vücut uzunlukları farklı familyalar arasında değişkenlik gösterebilmektedir. Trombidiidae familyasına ait türlerde 1 mm- 12 mm (en uzun olanlar *Dinothrombium* cinsinde görülmektedir) arasında değişmekte iken, Microtrombidiidae familyasına ait türlerde 0.5 mm- 25 mm arasında değişmektedir (Gabryś, 1999; Mağol, 2007).

Ergin: Genel olarak turuncu, kırmızı, bordo renklidirler. Kırmızı renk daha yaygındır. Bulundukları habitata göre renkleri değişkenlik gösterebilmektedir.

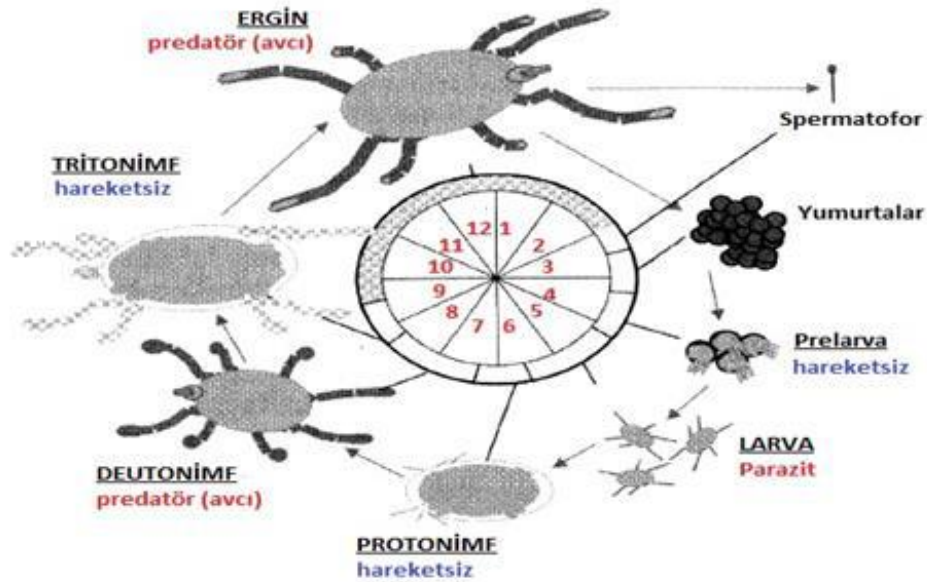
Larva: Vücut uzunlukları 100 µm- 300 µm arasında değişmektedir. Vücut büyüklükleri parazit olarak beslenmiş akarlarda artabilir (Wohltmann, 1999). Vücutları turuncu, kırmızı veya sarı renkte olabilir, alkolde ise rengi beyaza dönüşür. Heteromorfik yapıya sahiptirler. Larva döneminde böcek ve diğer omurgasız canlılarda zorunlu parazit olarak yaşarlar.

Yumurta: Kırmızı, sarı veya turuncu renklidirler. Şekilleri yuvarlak veya ovaldır. Larvalar gelişimini tamamladıktan sonra kabuğunu kırarak yumurtadan ayrılır.

Trombidioidea'da prelarva evresi genellikle yumurtanın bir köşenin sivrilmesi ile gözlenir. Bu sivrilmiş kısım larva bacaklarının kabuk içerisindeki uzantısıdır.

Yumurtlama süreleri bir kısmında tek seferde meydana gelirken, bir kısım ılıman bölgede yaşayan türlerde ise Mayıs ve Haziran aylarında yumurtlama süresi uzayabilmektedir (Robaux, 1970; Southcott, 1986). Cinsler arasında yumurta sayısı da farklılıklar gösterebilmektedir. Yumurta sayıları 60- 2500 arasında değişmektedir (Zhang, 1998).

Protonimf: Protonimf evresi larvanın beslenmesini tamamlaması ile pasif hale geçmesi sonucunda başlar. Bu şekilde gelişimini tamamlamasıyla akar larva derisini yırtarak hareketli forma ulaşmış olur. Derinin zarar görmediği durumlarda preparasyonu yapılarak larva gözlemi yapılabilir (Sevsay ve Buğa, 2018).



Şekil 1.1. Parasitengonanın yaşam döngüsü (Wohltmann vd., 2006)

Deutonimf: Erginin daha küçük boyutlu halidir. Ergin ile ayrımı, kristanın yapısı, pedipalpdeki ve idiosomadaki kıl pozisyonları yapılabilir. Bu iki safhanın kesin ayrımını genital açıklıklarda bulunan papillerin sayısı ile yapılabilir. Deutonimf evresinde iki çift ergin safhada ise üç çift papil bulunur (*Allothrombium* istisna).

Tritonimf: Beslenme sonrasında Deutonimf, hareketsizleşerek bu evreye geçer. Akar bu evreyi tamamladıktan sonra deriyi yırtarak ergin safhasına ulaşmış olur.

Trombidiidae

Trombidiidae'nın bilinen 22 cinsi ve 191 türü bulunmaktadır (Southcott, 1986; Mağol, 2007). Ülkemizden larva üzerinden altı (Southcott, 1993; Haitlinger, 2000; Goldarazena vd., 2000; Çobanoğlu vd., 2003; Bayram vd., 2008) ve erginden sekiz türü (Sevsay ve Özkan, 2005, 2005; Sevsay, 2017) tanımlanmıştır.

Kadife akarları olarak bilinirler. Rengi ve kılları ile doğada dikkatleri üzerine toplamaktadır. Tanımlanan bu türler içerisinde bazılarının sadece larva veya ergin bazılarının ise hem larva hem ergin dönemleri bilinmektedir (Sevsay ve Özkan, 2010).

Larvalar konakçılarından yeterli miktarda beslendikleri zaman bir sonraki evreye geçebilmektedirler (Mağol vd., 2012).

Microtrombidiidae ve Trombidiidae familyalarına ait bazı türler, sert toprağı eşeleme yeteneğine sahiptirler (Wohltmann vd., 2007).

Microtrombidiidae

Yaklaşık 112 cinsi ve 500 türü bulunmaktadır (Mağol ve Wohltmann, 2012). Ülkemizden 12 cinse ait 21 tür verilmiştir (Sevsay, 2017; Buğa ve Sevsay, 2020;2021).

Microtrombidiidae familyasına ait *Eutrombidium* cinsi larvaları, genellikle Saltatoria grubu çekirgeler (özellikle ekonomik ürünlere zarar veren *Hieroglyphus* ve *Schistocerca* cinsleri) üzerinde parazittir. Bu şekilde konakçısı olduğu çekirgelerin üreme hızlarını, yumurta üretimlerini azaltırken ergin dönemlerinde ise beslendikleri çekirge yumurtalarıyla bu canlılar üzerindeki biyolojik kontrolde potansiyel bir ajan olarak önemli bir rolü üstlenmişlerdir (Huggans ve Blickenstaff, 1966; Wohltmann, 2000).

***Trombidium holosericeum* ve *T. latum*'un genel özellikleri**

Kırmızı renkli *Trombidium* cinsine ait türlerdir (Bkz. Şekil 1.2). *Trombidium holosericeum* *T. latum* ve *T. geniculatum* birbirlerine morfolojik olarak çok benzemektedir. Morfolojilerinin benzer olması nedeni ile bazı yazarlar tarafından birbirlerinin sinonimleri olmuşlardır (Mağol, 2002).

Alt sınıf: Acari

Üst takım: Acariformes

Takım: Trombidiformes

Alt takım: Prostigmata

Üst grup: Anystides

Grup: Parasitengona

Üst familya: Trombidioidea Leach, 1815

Familya: Trombidiidae Leach, 1815

Cins: *Trombidium* Fabricius, 1775

Tür: *Trombidium holosericeum* (Linnaeus, 1758)

Tür: *Trombidium latum* C.L. Koch, 1837

Familya: Microtrombidiidae Thor, 1935

Cins: *Eutrombidium* Verdun, 1909

Tür: *Eutrombidium trigonum* (Hermann, 1804)



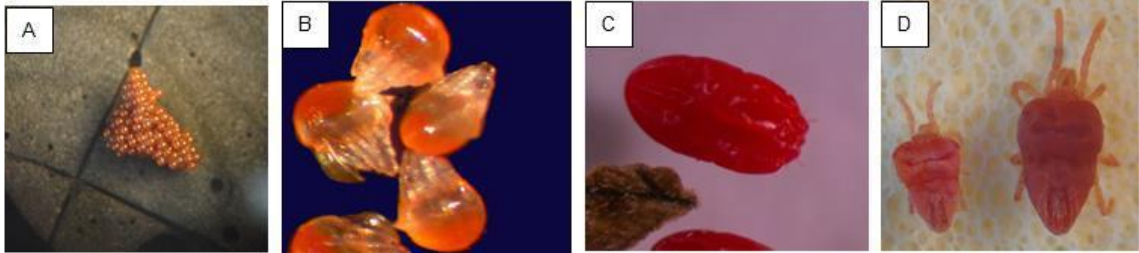
Şekil 1.2. Akarların genel görünüşü **a.** *Trombidium holosericeum* **b.** *Trombidium latum*

Dış görünüşleri bakımından birbirinden ayrılması çok zor olan bu üç türün aralarındaki ayrımı yapabilmek için mevcut birkaç tane morfolojik farklılıkları vardır. Bu karakterler Mağol (2002) tarafından ilk defa karşılaştırmalı olarak verilmiştir (Sevsay vd., 2016). Çalışmada verilen iki türün en önemli farklılıkları erginler üzerinde değil larvalardan

verilmiştir. Vücutlarının rengi, bs kıllarının sahip olduğu çıkıntı sayıları ile skutellum üzerinde ki SL setalarının pozisyonu (Buğa, 2020).

***Eutrombidium trigonum* genel özellikleri**

Eutrombidium trigonum (Hermann 1804), Microtrombidiidae familyasına aittir (Bkz. Şekil 1.3). Bu familyaya ait türler sucul ve yarı sucul habitatlar ile döküntü, toprak ve çimenlik alanlarda yaşarlar. Bu akar grubu parlak kırmızı vücut rengine sahiptir. Erginlerde vücut önde genişlemiş, arkaya doğru daralan ve sırt arkada bir plağa sahiptir. Pigosomal plak olarak isimlendirilen bu yapı türlere göre farklı yapıda olabilir. Üç kısımdan oluşan kristanın yan taraflarında bir çift mercek taşıyan kısa saplı göz vardır. Vücut kılları tek tip uca doğru incelmış ve yan dalcıklıdır. Palpler, mediyal ve lateralde farklılıklar gösterir. Palp tibiya, mediyalde tibiya tırnağa (odontus) ve yardımcı tırnak (paradont), uca doğru incelen sert kıllara (spineseta), tek veya çift sıra halinde kitinediyuma, lateralde ise bazidontlara sahiptir (Buğa, 2020).



Şekil 1.3. *Eutrombidium trigonum* 'un gelişim evreleri: A- Yumurta, B- Prelarva, C- Protonimf, D- Deutonymf ve Ergin (Sevsay ve Karakurt, 2013)

Akarların Ekolojik Önemi

Biyoçeşitliliğin temeli olan hayvanlar, mikroorganizmalar, bitkiler doğadaki dengenin korunmasında büyük etkiye sahiptir (Özdemir, 2004). Biyoçeşitlilik ve ekolojik döngü için de akarların habitatta yer alması, bunun yanında yayılışı, yoğunluğu, beslenme şekilleri de önemlidir. Akarlar mikrobiyal düzenin korunmasına doğrudan veya dolaylı olarak dahil olurlar. Bozunuma uğramış doku ve mikroorganizmalarla doğrudan etki ederken, mikrofauna üyeleri üzerinde avcılık yaparak dolaylı olarak bu süreci etkilemiş olurlar (Özelçi vd., 2017). İlerleyen çalışmalar sonucunda özellikle akarların üzerinde beslendiği hayvanların üreme potansiyelini düşürdüğü ve bu yönüyle önemli birer

biyokontrol potansiyeli oldukları belirtilmiştir. Ekonomik açıdan önemli zirai zararlılar arasında yer alan afit ve birçok omurgasız canlılara karşı kullanılması olumlu neticeler vereceği ve doğal yollardan mücadele edilmesine sebep olacaktır (Zhang ve Xin, 1992). Akarlar hem parazitlik özelliği ile hem de predatör özelliğinden dolayı besin zincirinin çok önemli bir halkasını oluşturur.

Sitogenetik Çalışmalar

Canlılarda meydana gelen yapısal ve kalıtsal değişikliklerin sebeplerini kromozomları inceleyerek ortaya koyan bilim dalına sitogenetik adı verilir. Sitogenetik bilimi için inceleme materyali kromozomlardır.

İnsanlık tarihinde ilk defa 1840 yılında kromozomlar botanikçi Hofmeister tarafından *Tradescantia* bitkisi polen hücrelerinde gözlenmiştir. Hofmeister'in kromozomları keşfettiği bu yıl sitogenetik biliminin de doğumu olarak bilinir. 1888 yılına gelindiğinde ise Waldeyer tarafından bu yapılara kromozom ismi verilmiştir (Karataş, 2014).

Kromozomlar genetik materyalin temelini oluştururlar. Birbirini takip eden döller arasında bağlantıyı sağlayan hücrenin genetik kodlarını taşırlar (Saygun, 2005). Kromozom türe özgüdür her canlıda farklı sayı ve biçimdedir. Canlılar da kromozom sayısı genellikle 2 ve 500 arasında değişmektedir.

Nematodlara ait olan *Ascaris equarum univalens* türü kromozom sayısı en az olan türdür. Somatik hücrelerde 2 kromozoma sahiptir (Temizkan, 1994). En fazla kromozom sayısına sahip olan canlılara örnek olarak eğrelti otu verilebilir. Eğrelti otu diploit ($2n$) kromozom sayısı 630 ile 1260 arasında değişmektedir (Saygun, 2005). Kromozomların içerdiği genetik materyal (DNA) miktarı da kromozom sayısında olduğu gibi türler arasında değişkenlik gösterebilmektedir (Cooper, 1997).

Sitogenetik çalışmalar temel materyal olarak kromozomları kullanıp bu şekilde türler arası evrimsel ilişkiyi açıklamayı hedefler. Bunun yanında tür ve alt türlerin saptanmasına da kromozomlar yardımcı olmaktadır (Gülkaç, 1987). Farklı boyama metodları, analiz metodları ve mikroskobun gelişimi ile kromozom çalışmaları daha ileri seviyelere ulaşmıştır. İlerleyen çalışmalar ile türler arasındaki evrimsel akrabalıklar da aydınlanmıştır (Yılmaz, 1997).

Kromozomların yapısı

Çekirdek içerisinde bulunan DNA kromozom ismi verilen birimler halinde organize olmuş şekilde yer alır. Kromozom, proteinler (histon ve histon olmayan) ile kısalıp yoğunlaşarak hücrenin bölünmesi sırasında gözlenebilir hale gelen DNA molekülüdür.

Kromozomlar; hücre bölünmesinin başlaması ile kısalıp yoğunlaşan kromatinden meydana gelir. Kromozom yapısında sentromer bölge, telomer bölge, NOR bölgeleri yer alır.

Hücre bölünmesi sırasında kromozom morfolojisi en iyi metafaz ve anafaz safhasında gözlenir. Tipik yapıları bu aşamada görülebilir. Silindirik yapıdaki kromozomlar en kısa ve kalın haliyle bu aşamada gözlenebilirler (Swanson, 1965).

Hücre bölünmesinin başlaması ile safhalar arasında kromozom şekli de değişmeye başlar. İnterfaz evresinde ince, sarmal, elastik kromatin iplik yapıdaki kromozomlar, metafaz ve anafazda ise kalın, filamentli bir hal alırlar.

Kromozomlar metafaz evresinde kromatid olarak isimlendirilen iki simetrik yapıdan oluşur. Kromatidlerin her biri tek DNA içerir ve kromatidler birbirlerine sentromerler aracılığı ile bağlanırlar. Bağlı halde bulunan iki kromatid anafaz başladığında ayrılmış olacaktır. Kromozomlar da genellikle primer ve sekonder yapıda iki boğum bulunur. Primer boğum kromozom üzerinde eşit bir yapıda veya eşit olmayan bir şekilde ikiye ayırır. Bu ayırım noktasında sentromer bulunur. Sentromer kromozomun önemli bir parçasıdır ve sentromer metafaz evresinde birincil (primer) boğumu meydana getirir. Sentromersiz kromozomlar metafaz evresinde düzgün bir şekilde yönelemezler. Kromozom üzerinde değişik pozisyonlarda yer alabildiklerinden dolayı kromozomun şekli için önemlidirler.

Kromozomun kollarının birleşme yeri olan primer boğum kromozomun şeklinin belirlenmesinde önemlidir. Bu boğum içerisinde ufak bir granül ya da küçük küreye sahip açık bir bölüme sahiptir. Bu bölüme kinetokor ismi verilir. Kromozomların bazılarının uç kısımlarında ikincil bir boğum meydana gelebilir. Bu boğum devamında NOR olarak isimlendirilen DNA parçası yer alır. NOR ribozomun bir elemanı olan rRNA oluşmasında

görev alan genlerin yer aldığı bölgedir. İnterfaz safhasında NOR bölgesi nükleolusu oluşturur.

Satellit kromozom NOR bölgesini içeren kromozomların isimlendirmesi için kullanılır (Klug vd., 2018; Temizkan, 2014; Topaktaş, 2010).

Kromozomun morfolojisine bakıldığında sentromer pozisyonu en önemli ölçüttür. Sentromer bölgesi ise birincil boğumlanma bölgesidir, kardeş kromatitlerin birbirine tutunması sağlar. İğ ipliklerinin tutunduğu bölüm olan kinetokor sentromer bölgesinin dışında kalır, bölünme esnasında kromozomların hareketini sağlar (Topaktaş, 2010). Sentromer kromozomun yoğunlaşmış bölgesidir. İğ iplikleri bölünme sırasında sentromere bağlanır. Sentromeri olmayan kromozomlarda bölünme olayı gerçekleşmez.

Kromozom üzerinde yalnızca bir adet sentromer bulunursa bu kromozom monosentrik kromozom olarak adlandırılır. Genelde kromozomlar monosentrik yapıda olmasına rağmen bazı durumlarda birden fazla sentromerin bulunduğu durumlarda gözlenebilir. Primer boğumun haricinde ikinci bir boğum bulunması halinde sekonder boğum olarak isimlendirilir. Sekonder boğumun bulunması rRNA ve çekirdekçik oluşumu ile ilişkilidir. Sekonder boğuma nükleolar bölge de denilmektedir. Hücrelerde en az iki kromozom sekonder boğumu taşımaktadır. Bunlar nükleolar kromozom olarak isimlendirilmektedir (Karol, 1998). Ayrıca kromozomlarda satellit (uydu) adı verilen yapılar bulunur. Satellitler kromozomun uç kısmında yer alırlar. Satellit kromatin ipliği ile kromozoma bağlanmıştır. Aynı zamanda SAT kromozomu olarak da isimlendirilir. Satellit çekirdekçik sentezinde görev alır (Çam, 2006).

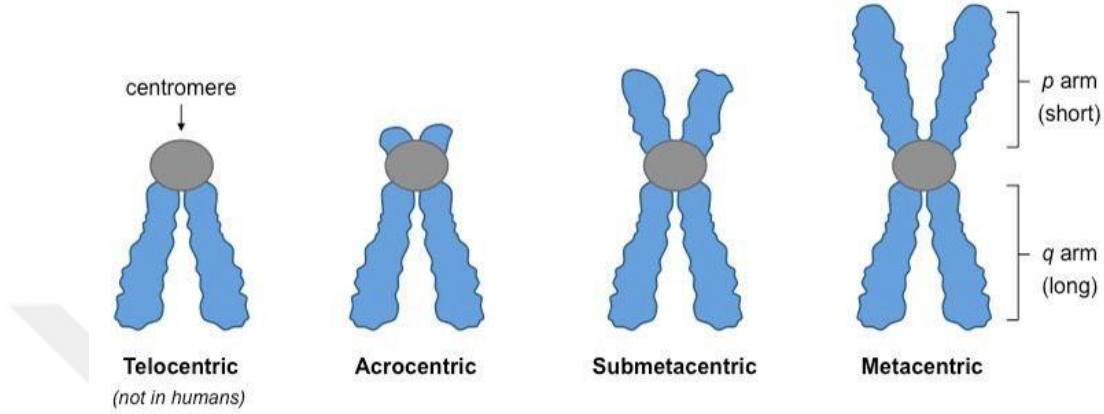
Sentromer pozisyonuna göre kromozomlar 4 farklı şekilde isimlendirilir (Bkz. Şekil 1.4);

Metasentrik kromozom: Sentromeri kromozomun ortasında konumlanmış V şeklinde olan kromozom. Eşit halde iki kol oluşmuştur.

Submetasentrik kromozom: Sentromer konumunun akrosentrik ve metasentrik kromozomlar arasında yer alması durumunda bu ismi alır. Bu kromozom L şeklindedir. Eşit olmayan iki kol oluşmuştur.

Akrosentrik kromozom: Sentromer konumu bir uca daha yakınsa bu şekilde isimlendirilir. J şeklini alır.

Telosentrik kromozom: Sentromer konumun en uçta olduğu pozisyonudur (Çam, 2006).



Şekil 1.4. Sentromer pozisyonuna göre kromozom tipleri (Evrin ağacı)

Kromozomların uç (terminal) kısımları telomer olarak adlandırılır. Telomerler DNA ve protein içerirler. Telomeraz enzimi telomer sentezinden sorumlu enzimleridir (Atlı ve Bozcuk, 2002). Hücre bölünmesinin interfaz, profaz ve metafaz evrelerinde bazik boyalar ile yoğun şekilde boyanabilen bölgeler heterokromatin bölge olarak adlandırılırken, daha az boyanan kromozomal kısımlar ise ökromatin bölge olarak isimlendirilmektedir (Topaktaş ve Rencüzoğulları, 2010).

Monosentrik ve holosentrik kromozomlar

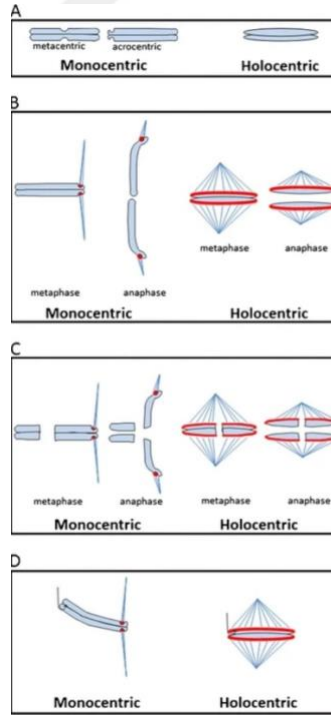
Kromozom üzerinde yer alan sentromerin konumu, kromozomların tanımlanmasında en önemli parametrelerden biridir. Her bir kromozomun tek sentromerinin olması durumu monosentrik kromozom olarak adlandırılır. Monosentrik kromozomlarda sentromer kromozomu iki kola ayırır, iki kola ayrılmış kromozom sentromer pozisyonuna göre farklı varyasyonları meydana getirir (Bkz. Şekil 1.5).

Holosentrik kromozomlarda monosentriklik durumunun aksine kinetokor proteinleri, kromozom boyunca bağlanabilir ve mikrotübüller kutuplara bakan kromozom yüzeyinin çoğuna tutunabilir (Guerra vd., 2010). Ökaryotlarda çoğunlukla monosentrik yapıda

kromozomlar bulunmasına rağmen holosentrik kromozomlarda bulunmaktadır. Holosentrik kromozoma sahip türlerin çalışılması daha zordur.

Filogenetik olarak holosentrik kromozoma sahip olması gereken fakat sitogenetik karakterleri belirlenememiş çok sayıda nematod, böcek türü vardır. Bugüne kadar çalışılan en iyi holosentrik organizma *Caenorhabditis elegans*' tır (Melters vd., 2012). Holosentrik kromozomlar monosentrik kromozomlara göre daha farklı kinetokor protein biriktirme modellerine sahiptir (Melters vd., 2012).

Nematoda ve Arthropoda şubeleri içerisinde holosentrik kromozomlar yer almaktadır (Melters vd., 2012). Özellikle Arthropoda şubesi içindeki birçok grupta holosentrik kromozomlar bulunmaktadır. Hemiptera takımı iyi tanımlanmış holosentrik kromozomlardan oluşmaktadır. İğ iplikçiklerinin kromozom boyunca bağlanması 1935 yılında bulunmuş ve sonrasında böceklerde de holosentrikliği belirlemek için kromozom parçalarının mitotik segregasyonu kullanılmıştır (Schrader, 1935; Hughes-Schrader ve Schrader, 1961; Hughes-Schrader ve Ris, 1941). Eklembacaklıların tümünün monosentrik atadan köken almış olabileceği düşünülmektedir (Melters vd., 2012).



Şekil 1.5. Holosentrik ve monosentrik kromozom

Insecta (böcekler) sınıfında nispeten holosentrik kromozomlar görülmektedir. Arachnida (akarlar, akrepler, örümcekler, keneler) grubunda holosentrik kromozom bulunduran birkaç aile ve alt aile bulunmaktadır. Aranea, Palpigradi, keneler (Prostigmata ve Radiicephalidae cinsleri), ilkel akrepler (Scorpiones) de holosentrik araknidler içerisinde yer almaktadır. Akar ve keneler üzerinde yapılan karyotipik çalışmalar birçok türün monosentrik olabileceğini düşündürmektedir. Bu sebeple holosentrik kromozomların bahsedilen gruplarda iki kez evrimleştiğini düşündürmektedir (Oliver, 1972; Oliver vd., 1974).

Karyotip ve idiyogram

Bir canlının karyotipi hücrenin boyutuna göre sıralanmış metafaz kromozomlarının sayısı ve bu kromozomların morfolojisini belirtir. Karyotip formülü kromozomların kol oranları buna bağlı olarak sentromer pozisyonuna göre hesaplanır. Kromozomun tüm yönüyle incelemenin daha basit yolu karyotip haritalarını incelemektir.

Karyotip analizlerinin amacı canlının kendi genomu içerisinde ve diğer canlılar ile kromozomlarını yapısal ve morfolojik açıdan karşılaştırmak, farklılıklarını belirlemektir. Bu analizlerde kromozom sayısını, büyüklüğünü, sentromerin lokalizasyonu, kolların oransal ilişkileri, kolların uzunlukları, NOR bölgesini içerip içermemesi, sekonder boğumun konumu ve satellitler esas alınır (Uysal, 2011). Her tür için karakteristiktir. En iyi karyotip haritaları kromozomların yoğun halde bulunduğu metafaz evresinin fotoğraflanmasıyla elde edilir. Karyotipler simetrik ve asimetrik olmak üzere iki farklı şekilde belirtilir. Kromozomların sentromerlerinde meydana gelen kayma ve kol uzunluklarındaki değişimler vasıtasıyla iki farklı tip oluşmaktadır. Simetrik karyotip; metasentrik (median) ve submetasentrik (submedian) kromozomların fazlalığı ile, asimetrik karyotip ise; akrosentrik (subterminal) ve telosentrik (terminal) kromozomların fazla olması ile meydana gelir (Peruzzi ve Eroğlu, 2013).

İdiyogram ise; kromozomların kısa kolları üste, uzun kolları alt tarafa bakacak şekilde ve sentromerleri baz alınarak kol uzunluklarına göre çiftler halinde düzenlenmesidir. Sonrasında kromozomlara çiftler halinde numaralar verilir. Kısaca idiyogram karyotip haritalarının şekil halinde gösterimidir. İdiyogramların düzgün bir şekilde

hesaplanabilmesi için; kromozomların fotoğrafı, çizimi, ölçüleri, sentromer içerikleri, kolların oranları ve nisbi uzunlukları bilinmelidir.

İdiyogram çalışılan tür veya alttürünün farklı bireylerinden kromozomların alınması ile gerçek değerlerin ölçümü, kol uzunlukları ve diğer değerleri ile ortalama değerler şeklinde gösterilebilir (Macgregor ve Varley, 1983).

Karyotip ve idiyogram haritaları ile canlının sayısal ve yapısal mutasyonları saptanır ve tür teşhisi için de yararlanılır.



2. KAYNAK ÖZETLERİ

Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesinde öğretim üyesi olan Prof. Dr. Yusuf Karsavuran'ın 1981 yılında yaptığı 'Böceklerin Sınıflandırılmasında Kromozomlardan Yararlanma' adlı çalışmasında böceklerin evrimsel sınıflandırmasında sitogenetik analizlerden de yararlanıldığı belirtilmiştir. Benzer şekilde Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi'nde bulunan Miyase ASLANTAŞ ve Atılay Yağmur OKUTANER'in yaptıkları çalışmada "Cortodera flavimana (Waltl, 1838) ve Chlorophorus varius (Müller, 1766) (Coleoptera: Cerambycidae) Türlerinin İlk Kromozom Kayıtları" nda da türlere ait kromozom verilerinin oluşturulması ile taksonomi ve evrimsel açıdan bilimsel katkılar sunulmuştur.

Buna ek olarak Yozgat Bozok Üniversitesi'nde bulunan Prof. Dr. Halil Erhan EROĞLU, Doç. Dr. Sedat PER ve Dr. Nisa GÜMÜŞ, yaptıkları 'Karyotype analysis of *Phauloppia lucorum* (Koch, 1841) (Oribatida: Oribatulidae)' ve 'Karyotype analysis of *Zygoribatula cognata* (Oudemans) (Acari: Oribatida: Oribatulidae)' çalışmalarında oribatid akarlar üzerine yapmışlardır (Eroğlu ve Per, 2016; Gümüş vd., 2018).

Akarlarda kromozom analizlerinden ve sitogenetik çalışmalardan ziyade sistematik çalışmalar ve yeni türlerin keşfi daha fazla ön plana çıkmaktadır. Ancak bu konuda yapılmış çalışmalar az olmasına karşın; konunun önemi günümüzde daha iyi kavranmış ve çalışmalar devam etmektedir. Akarlarda kromozom analizini yapan belli başlı gruplar vardır ve yapılan çalışmalar bu analiz için yol gösterici niteliktedir.

Yaklaşık 440 Acari türünden kromozomlar üzerine çalışmalar rapor edilmiştir (Pengjun vd., 2004). Ancak Trombidiioid akarların kromozomları üzerine yapılan hiçbir çalışma yoktur. Akarların karyotipleri Chen, vd., 1994; Gunn ve Hilburn, 1990, 1995; Johng vd., 1981; King 1980; Hongfu ve Yongchun, 1982; Chunsheng ve Yangchun, 1986, 1987, 1990; Zhihui vd., 1997 tarafından yapılmıştır. Bugüne kadar verilen akarlar üzerinde ki kromozom sayıları Tablo 2.1'de verilmiştir.

Tablo 2.1. Akarlar Üzerine Yapılan Kromozom Çalışmaları ve Bulguları

Tür	Kromozom sayısı
<i>Typhlodromus transvaalensis</i> (female)	2n=8 (Wysoki ve Bolland, 2009)
<i>Amblyseius salish</i> (female)	2n=8 (Wysoki ve Bolland, 2009)
<i>Amblyseius arborens</i>	2n=6 (Wysoki ve Bolland, 2009)
<i>Amblyseius isuki</i>	2n=8 (Wysoki ve Bolland, 2009)
<i>Amblyseius reductus</i>	2n=8 (Wysoki ve Bolland, 2009)
<i>Amblyseius salish</i>	2n=8 (Wysoki ve Bolland, 2009)
<i>Typhlodromus canadensis</i>	2n=8 (Wysoki ve Bolland, 2009)
<i>Typhlodromus citri</i>	2n=6 (Wysoki ve Bolland, 2009)
<i>Typhlodromus persianus</i>	2n=8 (Wysoki ve Bolland, 2009)
<i>Typhlodromus pyri</i>	2n=8 (Wysoki ve Bolland, 2009)
<i>Typhlodromus porresi</i>	2n=6 (Wysoki ve Bolland, 2009)
<i>Typhlodromus annectens</i>	2n=6 (Wysoki ve Bolland, 2009)
<i>Phytoseius hawaiiensis</i>	2n=8 (Wysoki ve Bolland, 2009)
<i>Amblyseius cucumeris</i>	2n=8 (Wysoki ve Bolland, 2009)
<i>Amblyseius potentillae</i>	2n=8 (Wysoki ve Bolland, 2009)
<i>Euseius scutalis</i>	2n=8 (Wysoki ve Bolland, 2009)
<i>Iphiseius degenerans</i>	2n=8 (Wysoki ve Bolland, 2009)
<i>Typhlodromus fallacis</i>	2n=8 (Wysoki ve Bolland, 2009)
<i>Typhlodromus transvalensis</i>	2n=8 (Wysoki ve Bolland, 2009)
<i>Aculops tetranothrix</i>	2n=4 (Helle ve Wysoki, 2009)
<i>Artacris macrorhynchus</i>	n=2 (Helle ve Wysoki, 2009)
<i>Aculus persicae</i>	n=2 (Helle ve Wysoki, 2009)

Tablo 2.1. Akarlar Üzerine Yapılan Kromozom Çalışmaları ve Bulguları (devam)

<i>Pentamerismus taxi</i>	2n=6 (Helle ve Wysoki, 2009)
<i>Schizotetranychus sp.</i>	2n=6 (Helle ve Wysoki, 2009)
<i>Tetranychus sp.</i>	2n=10 (Helle ve Wysoki, 2009)
<i>Tydeus caudatus</i>	2n=4 (Helle ve Wysoki, 2009)
<i>Myialges pari</i>	2n=16 (Helle ve Wysoki, 2009)
<i>Phytoptus tiliae</i>	2n=4 (Helle ve Wysoki, 2009)
<i>Aceria sheldoni</i>	2n=4 (Helle ve Wysoki, 2009)
<i>Aculus schlechtendali</i>	2n=4 (Helle ve Wysoki, 2009)
<i>Phyllocoptruta oleivora</i>	2n=4 (Helle ve Wysoki, 2009)
<i>Aegyptobia sp.</i>	2n=4 (Helle ve Wysoki, 2009)
<i>Leptotrombidium deliens</i>	2n=14 (Shirai vd., 2016)
<i>Leptotrombidium fletcheri</i>	2n=14 (Shirai vd., 2016)
<i>Leptotrombidium arenicola</i>	2n=28 (Shirai vd., 2016)
<i>Haemaphysalis(Alloceraea) kitaokai</i>	2n=18+XX:X0 (Oliver vd., 1974)
<i>Haemaphysalis(Kaiseriana) hystricis</i>	2n=18+XX:XY (Oliver vd., 1974)
<i>Haemaphysalis campanulata</i>	2n=20+XX:X0 (Oliver vd., 1974)
<i>Haemaphysalis bispinosa</i>	2n=20+XX:X0 (Oliver vd., 1974)
<i>Haemaphysalis flava</i>	2n=20+XX:X0 (Oliver vd., 1974)
<i>Haemaphysalis megaspinosa</i>	2n=20+XX (Oliver vd., 1974)
<i>Haemaphysalis formosensis</i>	2n=20+XX:X0 (Oliver vd., 1974)
<i>Haemaphysalis pentalagi</i>	2n=20+XX (Oliver vd., 1974)
<i>Haemaphysalis longicornis</i>	2n=21 spermatogonial metafaz- 3n=32 oogonial metafaz (Oliver, 1973)
<i>Dermacentor silvarum</i>	2n=20+X (Olenov) (Oliver, 1972)

Tablo 2.1. Akarlar Üzerine Yapılan Kromozom Çalışmaları ve Bulguları (devam)

<i>Dermacentor andersoni</i>	2n=20+X (male) (Oliver, 1972)
	2n=20+XX (female)
<i>Dermacentor variabilis</i>	2n=20+X (nimfal testis) (Oliver, 1972)
<i>Ornithodoros gurneyi</i>	2n=12 (male) (Oliver, 1966)
<i>Ornithodoros(P) macmilleni</i>	2n=16 (Oliver, 1966)
<i>Ornithodoros alactogalis</i>	2n=32 (Oliver, 1966)
<i>Ornithodoros tholozoni</i>	2n=16 (Oliver, 1966)
<i>Ornithodoros aspenus</i>	2n=16 (Oliver, 1966)
<i>Ornithodoros tartakovskyi</i>	2n=16 (Oliver, 1966)
<i>Hydrodroma despiciens</i>	2n=16 (Onrat vd., 2006)
<i>Zygoribatula cognata</i>	2n=30 (Eroğlu ve Per, 2016)
<i>Panonychus ulmi</i>	2n=6 (Bolland ve Gotoh, 1992)
<i>Panonychus citri</i>	n=3 (Bolland ve Gotoh, 1992)
<i>Tetranychus marianue</i>	2n=8 (Bolland vd., 1982)
<i>Tetranychus lambi</i>	2n=6 (Bolland vd., 1982)
<i>Tetranychus lombardini</i>	2n=6 (Bolland vd., 1982)
<i>Tetranychus macfarlanei</i>	2n=6 (Bolland vd., 1982)
<i>Tetranychus yusti</i>	2n=6 (Bolland vd., 1982)
<i>Schizonobia oudemansi</i>	2n=8 (Gutierrez ve Bolland, 1986)
<i>Mononychellus caribbeanne</i>	2n=6 (Gutierrez vd., 1991)
<i>Polyphagotarsonemus latus</i>	n=2 (Flechtmann, 1984)
<i>Brevipalpus californicus</i>	n=2 (Helle ve Wysoki, 2009)

3. MATERİYAL ve YÖNTEM

Bu çalışma Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi Biyoloji Bölümü laboratuvarlarında gerçekleştirilmiştir. Çalışmalar için Akaroloji, Zooloji ve Bitki Biyolojisi laboratuvarları kullanılmıştır.

3.1. Materyal

Bu tez çalışmasında farklı akar türlerine ait örnekler için hem canlı hem daha önce toplanmış müze materyallerinde %70'lik alkolde bekletilen trombidoid akarlar kullanılmıştır. Canlılar Mayıs ayında doğadan direk el ile toplanmış, diğer çalışılmayan bireyler tekrar alkol içerisine alınmıştır. Yapılan bu çalışmada; *Trombidium holosericeum*, *Trombidium latum* ve *Eutrombidium trigonum* türleri kullanılmıştır.

3.1.1. Alkol içerisindeki akar örnekleri

Alkol içerisindeki örnekler, 2014-2018 yılları arasında, Erzincan- Kelkit karayolunun 35. km'si Ahmetli köyü içerisinde yer alan Ahmediye Gölü çevresinden toplanan, döküntü materyali, toprak, çimen ve yosun örneklerinden Berlese düzeneği yöntemi ve toprak üzerinden canlı olarak elle toplanmıştır (Bkz. Şekil 3.1). Araziden alınan bu örnekler laboratuvarında Berlese düzeneğine yerleştirildi. Berlese düzeneğinde hayvanların %70'lik alkol içerisine düşmesi sağlanmıştır. Bu şekilde örnekler araziden toplanan materyaller içerisinde alkol içeren kavanozlara düşmüş ve bu şekilde muhafaza edilmiştir.



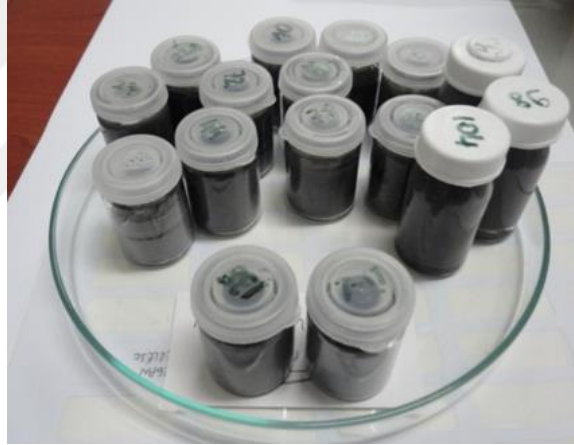
Şekil 3.1. Berlese düzeneği

Kavanozlar içerisinde karışık bir şekilde yer alan örnekler stereo mikroskop altında incelenerek ayıklaması yapılmıştır. Çalışılacak akarlar ayıklamanın ardından %70 alkol içeren cryo tüplere alınıp çalışma yapılana kadar buzdolabında muhafaza edilmiştir.

3.1.2. Canlı akar örnekleri

Canlı akar örnekleri, 27 Nisan 2021 tarihinde Erzincan- Kelkit karayolunun 35. km'si Ahmetli köyü içerisinde yer alan Ahmediye Gölü çevresinden toplanmıştır. Ayrıca Erzincan-Üzümlü Demirpınar Çayından toplanmıştır.

Canlı örnekler el ve aspiratör yardımıyla toplanmıştır. Toplanan canlı örnekler alçı ve aktif kömür içeren yaşam şişelerine alınmıştır (Bkz. Şekil 3.2). Yaşam şişelerinde canlıların yumurtlaması beklenmiştir. Fakat sadece *Trombidium latum* yumurtlamıştır.



Şekil 3.2. Canlı örnekler için yaşam şişesi

Laboratuvar ortamında akarlar her gün incelenerek, gelişimleri takip edilmiştir. Aynı türün yumurta, larva, ergin dönemleri ayrı ayrı işleme alınacağından günlük kontroller titizlikle yapılmıştır. İşlemler tamamlanıncaya kadar örneklerin günlük kontrolü yapılmıştır.

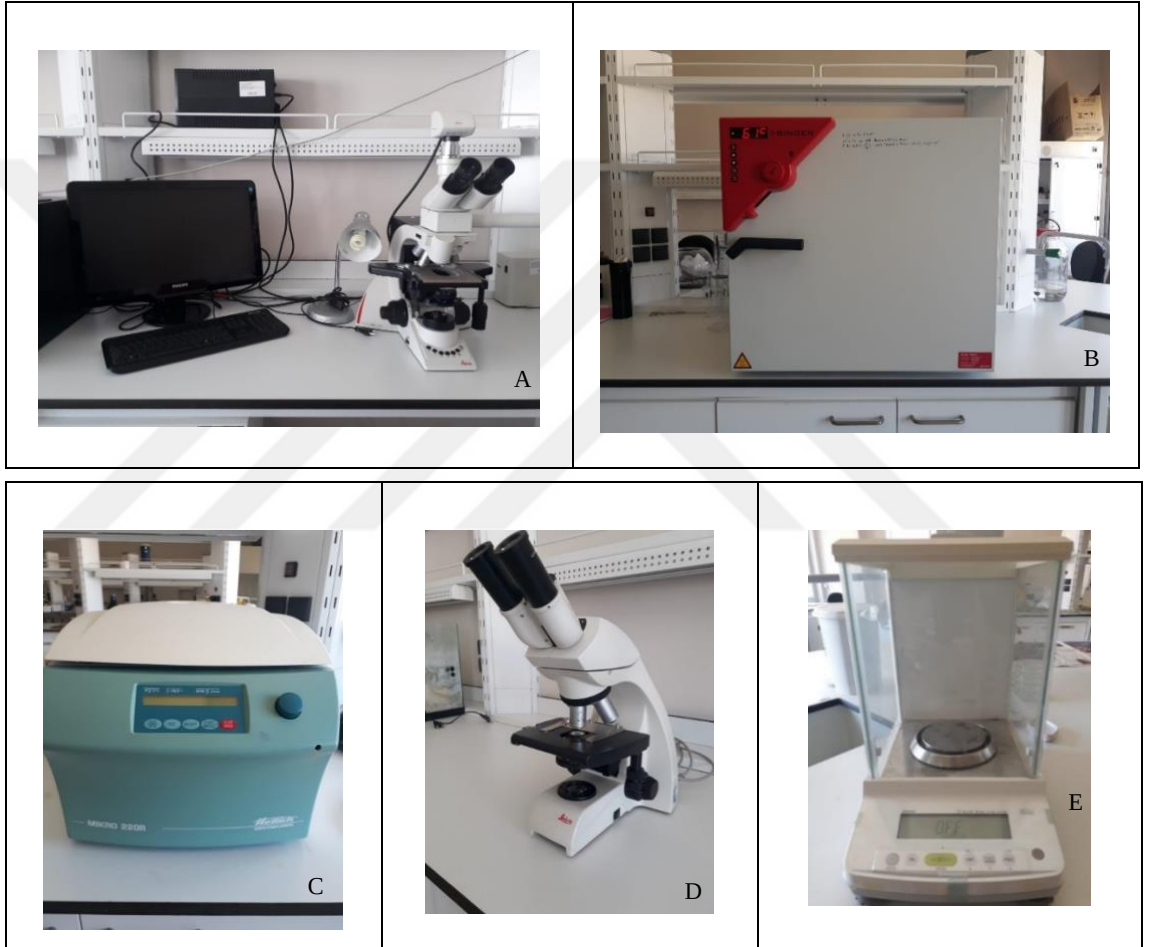
Yumurtlayan akarlar iki ayrı işleme tabii tutulmuştur. Öncelikle, yumurtaların bir kısmı işleme alınarak preparatları yapılmış, bu şekilde yumurtaların kromozomu incelenmiştir. Preparat işlemi yapımından sonra ayrılan ikinci grup yumurtalar larva oluşumunun gözlenmesi için tekrar yaşam şişelerine alınarak günlük rutin kontrolleri sağlanmıştır.

3.2. Yöntem

Söz konusu çalışmalar için Imai ve arkadaşları (1988) tarafından geliştirilen ve Gokhman ve Quicke (1995) tarafından modifiye edilen sitogenetik protokol uygulanmıştır.

3.2.1. Kullanılan cihazlar

Laboratuvar çalışmaları boyunca aşağıda yer alan cihazlar kullanılmıştır (Bkz. Şekil 3.3).



Şekil 3.3. Kullanılan cihazlar, A- Leica DM 3000 Mikroskobu, B- Binder ED 53 Etüv, C- Hettich Mikro 220R Santrifüj, D- Leica DM 500 Işık Mikroskobu, E- Shimadzu ATX 224 Analitik Hassas Terazî

3.2.2. Kullanılan kimyasallar

Potasyum klorür (KCl)- Kolsişin- Giemsa- Asetik asit- Metanol- Etil alkol

3.2.3. Çözeltilerin hazırlanması

Kolşişinin hazırlanması: %0,1'lik stok solüsyonu, 1 mg kolşişin ve 1 ml distile su tamamlanarak hazırlanır. KCl hazırlanması: KCl çözelti işlem anında taze olarak hazırlanmalıdır. 2,8 g potasyum klorür (KCl) hassas terazi de ölçüldükten sonra 500 ml saf su ile tamamlandı. Hazırlanan çözelti işleme alınana kadar etüvde (60°C'de) bekletildi.

Fiksatifin hazırlanması: Fiksatif işlemiden önce hazırlanıp, soğuduktan sonra kullanılmalı. Asetik asit- etanol 3:1 oranında hazırlanarak işleme alınana kadar buzlukta muhafaza edildi. Ayrıca preparasyon işlemi esnasında lamaları yıkamak için kullanılan ikinci bir fiksatifte öncesinden hazırlanmalıdır. Lamaları yıkamak için ayrı bir beherde asetik asit-metanol 1:3 oranında hazırlanıp, buzdolabında muhafaza edilmelidir. Giemsa Boyasının Hazırlanması: 8 ml giemsa boyasını 100 ml saf su ile tamamlanır.

3.2.4. Sitogenetik protokol

Etil alkol içerisinde bekletilen akar, temiz bir ependorf tüpe alınır. Hazırlanan kolşişin çözeltisi tek kullanımlık plastik pipet kullanılarak akarın üzerine 0.5 ml olacak şekilde eklenir. Kolşişin içerisinde yer alan akar yarım saat boyunca aralıksız pirinç çubuk yardımıyla ezilerek, homojen bir yapı elde edilir. Kolşişin hücreleri metafaz evresinde durdurarak kromozomların belirgin bir şekilde gözlenmesine yardımcı olur.

Kolşişin ile 30 dakika süren parçalama işlemi ardından, santrifüj işlemine geçilir. 10 dakika 4000 rpm' de santrifüj işlemi gerçekleştirilir. Santrifüjün ardından süpernatant temiz bir pipetle alınır. Hücre peletinin üzerinde 1ml olacak şekilde etüvde muhafaza edilen hipotonik çözelti (KCl) eklenir. Bu şekilde 20 dakika boyunca herhangi bir işlem uygulanmadan beklenir.

Hipotonik ortam, içerisine konulan hücreyle kıyaslandığında, konsantrasyonu hücreden daha düşük olan ortamdır. Eğer hücre, hipotonik bir ortama konulursa, ozmoz nedeniyle hücre su alarak şişer. Hücrenin su alıp şişmesi sonucunda hücreler preparat yaparken tek tek düşmesi sağlanır. Görüntü daha temiz ve saf olur. 20 dakika bekleminin ardından, tekrar santrifüj işlemine alınır. 4000 rpm' de 10 dakika santrifüj yapılır. Santrifüjden

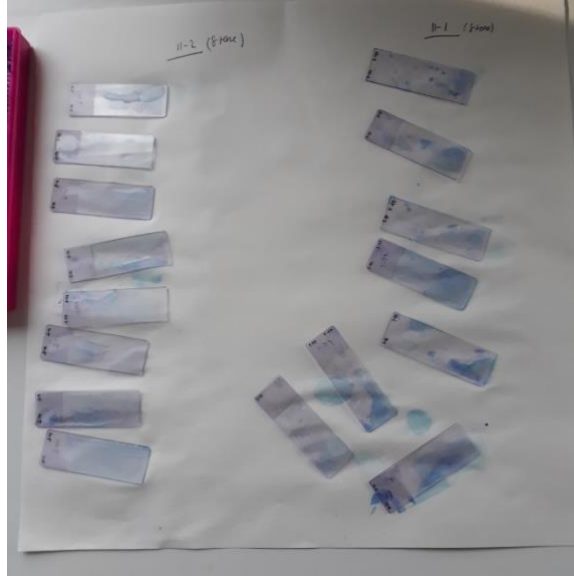
sonra süpernatant atılır. Son olarak hücre peleti üzerine buzlukta saklanan fiksatif eklenir. Preparat ve boyama işlemi hemen yapılmayacaksa, buzdolabında saklanabilir.

3.2.5. Preparat ve boyama işlemi

Lamlar her işlem için ıslak ve soğuk olmalıdır. Bunun için lamlar asetik asit-metanol (1:3) içerisinde buzlukta hazır bekletilmelidir.

Lamlar buzlukta çıkarılarak fiksatif (asetik asit- metanol 1:3) ile önlü arkalı yıkanmalı. Yıkama işleminden sonra temiz bir cam pipet yardımıyla hücre içerisine daldırılarak alınmalıdır.

Yıkamış ıslak soğuk lamların yukarisından her lama üç damla olacak şekilde hücre damlatılmalıdır. Hücreyi damlattıktan sonra lam tekrar fiksatif ile yıkayıp 3-5 dakika kurumaya bırakılmalıdır. Ependorf tüp içerisinde yer alan hücre peleti bitene kadar bu işlemler tekrarlanmalıdır. Preparat sayısının fazla olması, lamların yüzeyinde yer alan hücre yoğunluğunu azaltacak, bu sayede daha net görüntüler elde etmeye yardımcı olacaktır.



Şekil 3.4. Kurumaya bırakılan preparatlar

Lamlar ortalama 5 dakika kadar kurumaya bırakıldıktan sonra hazırlanan giemsa boyasının içerisine dik bir şekilde yerleştirilir. Bu şekilde hazırlanan preparatlar 30-90 dakika kadar boya içerisinde bekletilir. Preparatların görüntüsünün daha iyi olması için boya konsantrasyonu ve boya içerisinde bekleme süresi artırılabilir. Boyama işlemi

tamamlandıktan sonra preparatlar saf su ile yıkanarak boyanın fazlası alınır. Bu aşamadan sonra preparatlar bir gün boyunca kurumaya bırakılır (Bkz. Şekil 3.4).

Kuruyan preparatlar numaralandırılarak mikroskopta görüntüleme işlemine geçilir.

3.2.6. Görüntüleme

Her tür için 10 metafaz alanı değerlendirmeye alındı. Bu sebeple iyi dağılım gösteren, kromozomların en belirgin olduğu preparatlar taranarak, bir düzlem üzerinde dizilmiş metafaz alanları seçildi.

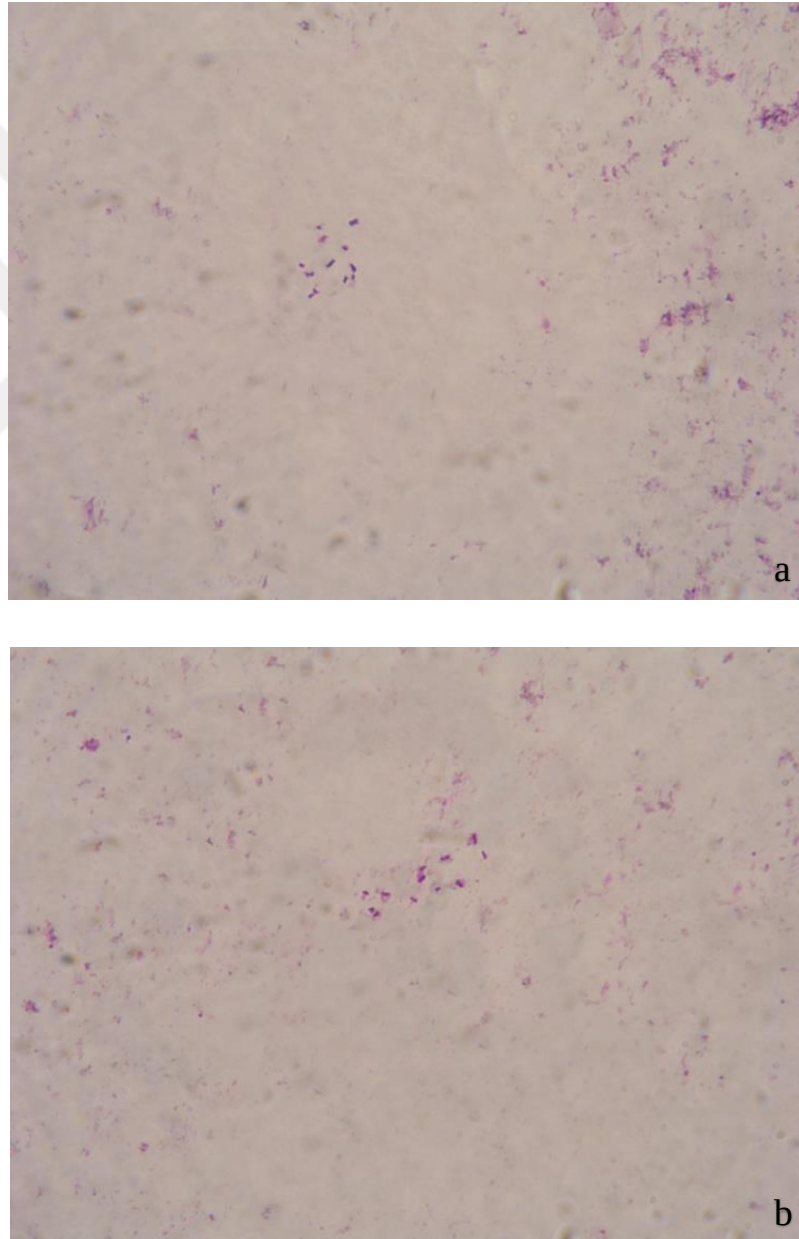
Her bir örneğin kromozom tayini için, hazırlanan yaklaşık 400 preparat taranmıştır. Her bir preparat içinse yine birden fazla metafaz alanı taranmış ve sonuçlar titizlikle ele alınmıştır.

Kromozomların görüntüleme ve detaylı analiz işlemleri Yozgat Bozok Üniversitesi Sitogenetik Araştırma Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Görüntüleme (Olympus BX-53) işleminden sonra kromozomal ölçümler Karyotype yazılım programı ile gerçekleştirildi. Ölçümler ile toplam kromozom uzunlukları hesaplanarak monoploid idiyogramları çizildi.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

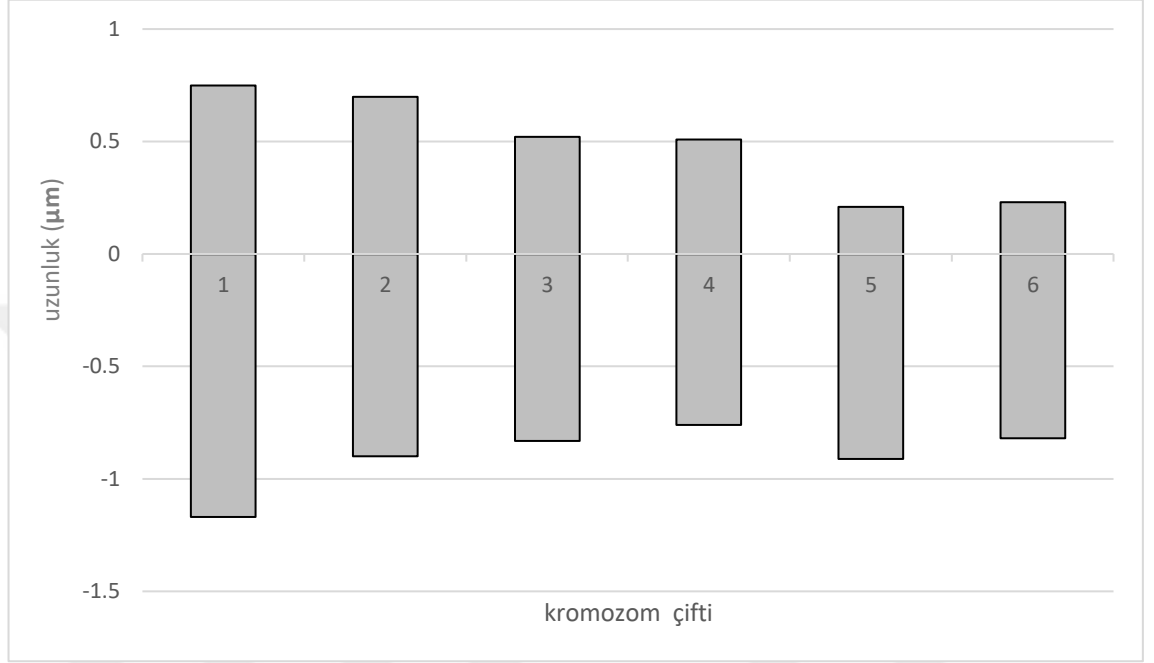
4.1. *Trombidium holosericeum*

Bu türün hem alkol içerisindeki hem de doğadan toplanan canlı bireyleri kullanılmıştır. Metafaz kromozomları alkol içerisinde alınarak yapılan preparatlarda görüldü. *T. holosericeum* türünün diploid kromozom sayısı $2n=12$ olarak belirlenmiş ve mitotik metafaz kromozomları Şekil 4.1’ de gösterilmiştir.



Şekil 4.1. *Trombidium holosericeum*’ un metafaz kromozomları, $2n=12$ **a.** birinci metafaz bölgesi, **b.** ikinci metafaz bölgesi

Trombidium holosericeum ' un monoploid idiyogramı Şekil 4.2'de ve detaylı kromozom uzunlukları Tablo 4.1'de verilmiştir. Toplam haploid kromozom uzunluğu ve ortalama kromozom uzunluğu sırasıyla 8.31 μm ve 1.38 μm olarak hesaplanmıştır. Kromozom uzunlukları 1.05 μm ile 1.92 μm arasında değişmektedir.



Şekil 4.2. *Trombidium holosericeum* ' un monoploid idiyogramı

Tablo 4.1. *Trombidium holosericeum* ' un detaylı kromozom ölçümleri

Kromozom çifti	Uzun kol uzunluğu (µm)	Kısa kol uzunluğu (µm)	Toplam uzunluk (µm)	Relatif uzunluk (%)	Kol oranı	Sentromerik indeks (%)	Kromozom tipi
1	1.17	0.75	1.92	23.10	1.56	39.06	Metasentrik
2	0.90	0.70	1.60	19.25	1.29	43.75	Metasentrik
3	0.83	0.52	1.35	16.25	1.60	38.52	Metasentrik
4	0.76	0.51	1.27	15.28	1.49	40.16	Metasentrik
5	0.91	0.21	1.12	13.48	4.33	18.75	Akrosentrik
6	0.82	0.23	1.05	12.64	3.56	21.90	Akrosentrik

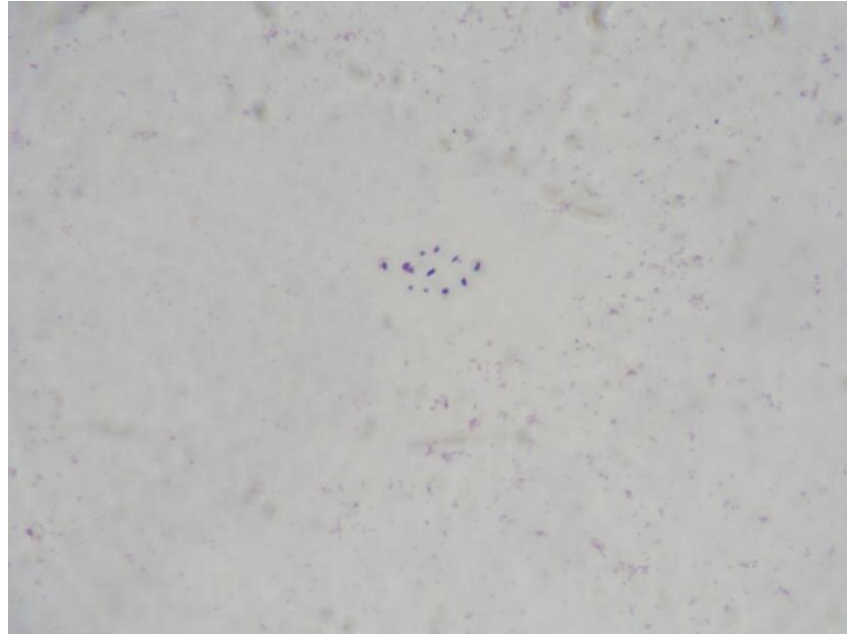
4.2. *Trombidium latum*

Bu türün dişi, larva ve yumurtaları işleme maruz bırakıldı. Araziden laboratuvara getirilen canlı *Trombidium latum* örnekleri yaşam şişelerine alınarak yumurtlaması beklendi. Yumurtladıktan sonra yumurtalar ayrı bir Ependorf tüpe alınarak sitolojik protokol uygulandı. Metafaz kromozomları yumurtadan alınarak yapılan preparatlarda gözlendi.

Trombidium latum yumurtaları ile yapılan preparatları incelendi. Yapılan mikroskopik incelemeler neticesinde *T. latum* metafaz kromozomları $2n=12$ olarak belirlenmiştir (Bkz. Şekil 4.3).

Trombidium latum türünün detaylı kromozom uzunlukları Tablo 4.2’de verilmiştir. Toplam haploid kromozom uzunluğu ve ortalama kromozom uzunluğu sırasıyla $7.13\ \mu\text{m}$ ve $1.18\ \mu\text{m}$ olarak hesaplanmıştır. Kromozom uzunlukları $0.76\ \mu\text{m}$ ile $1.71\ \mu\text{m}$ arasında değişmektedir. Monoploid idiyogram Şekil 4.4’de verilmiştir.

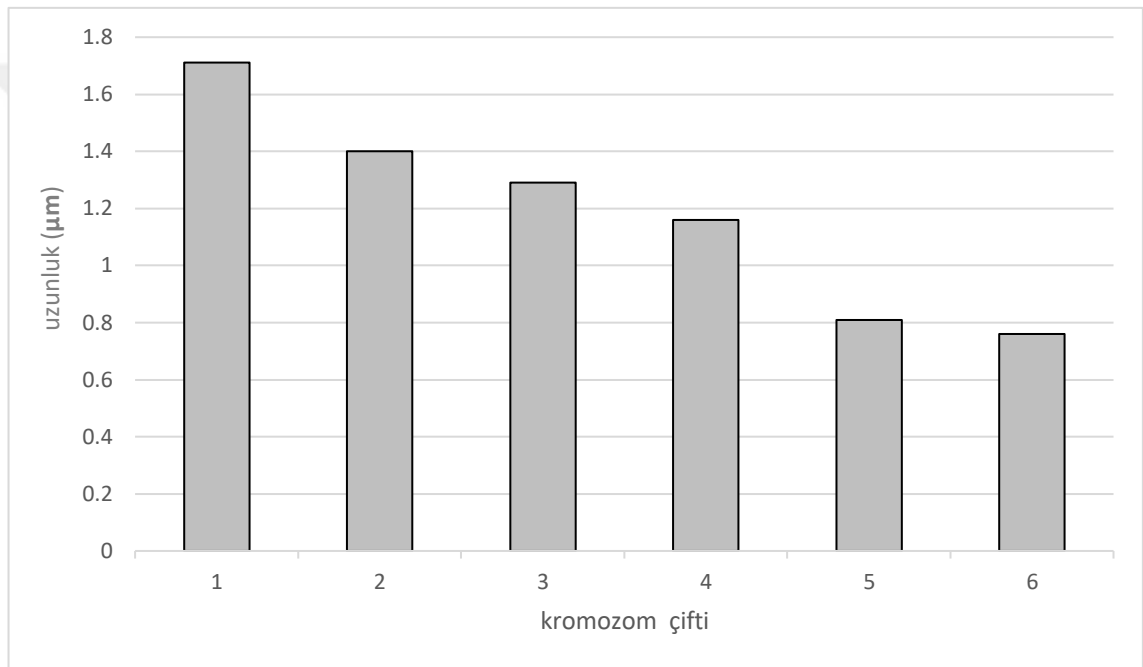
Bu takson için -kromozom boyutları çok küçük olduğundan dolayı- sentromer varlığı saptanamamıştır. Bundan dolayı detaylı karyotip ölçümleri bu tür için verilememiştir.



Şekil 4.3. *Trombidium latum* metafaz kromozomları, $2n=12$

Tablo 4.2. *Trombidium latum*' un detaylı kromozom ölçümleri (sentromer belirgin olmadığı için uzun ve kısa kol uzunlukları tespit edilememiştir)

Kromozom çifti	Toplam uzunluk (μm)	Relatif uzunluk (%)
1	1.71	19.44
2	1.40	18.75
3	1.29	15.75
4	1.16	15.44
5	0.81	15.31
6	0.76	15.31

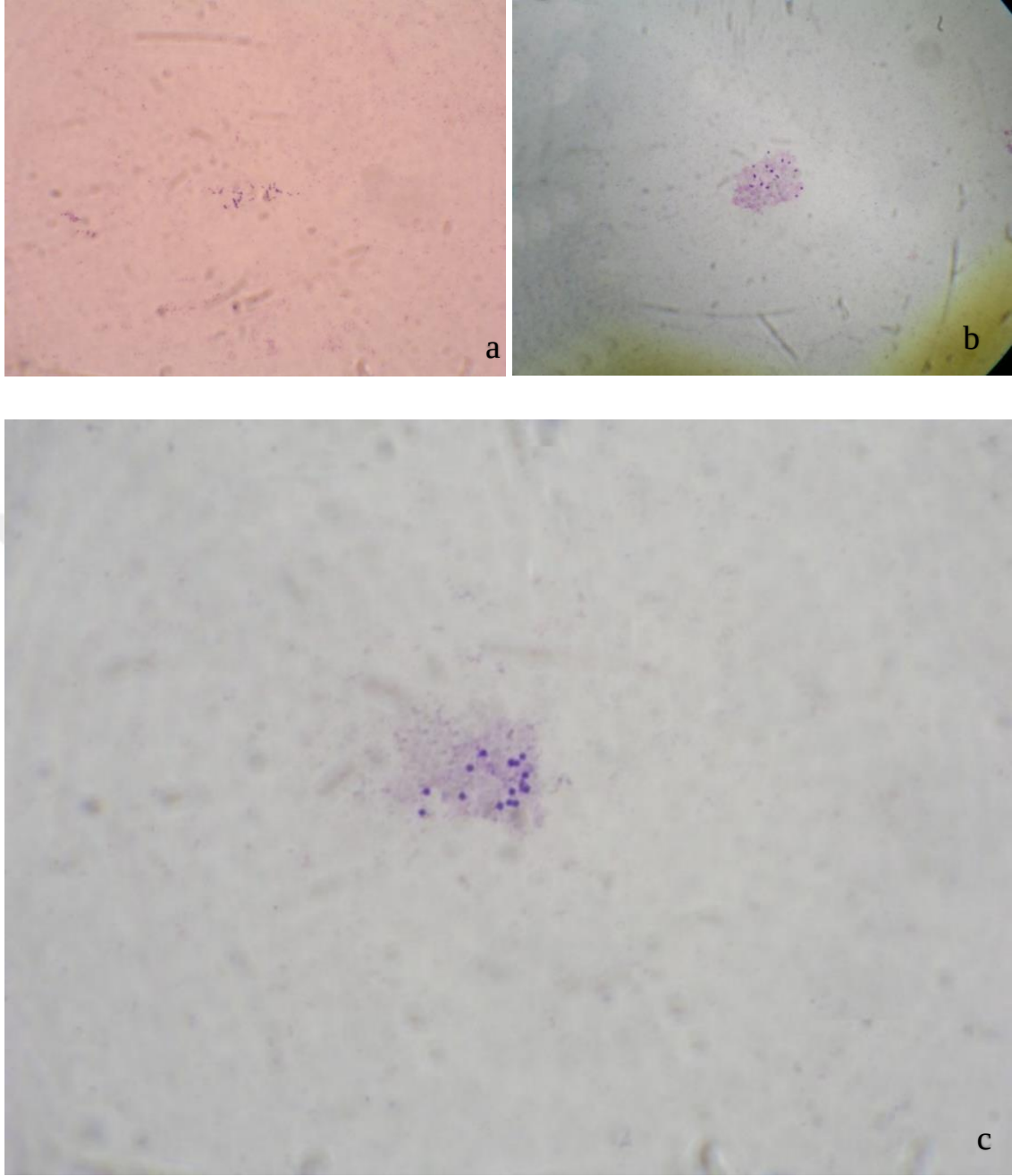


Şekil 4.4. *Trombidium latum*'ün monoploid idiyogramı

4.3. *Eutrombidium trigonum*

Bu türün hem alkol hem de canlı bireyleri kullanılmıştır. Metafaz kromozomları canlı olarak topraktan toplanan bireylerden gözlemlendi.

Preparatların mikroskopik incelemelerinin ardından *Eutrombidium trigonum* türünün diploid kromozom sayısı $2n=14$ olarak bulunmuştur (Bkz. Şekil 4.5).

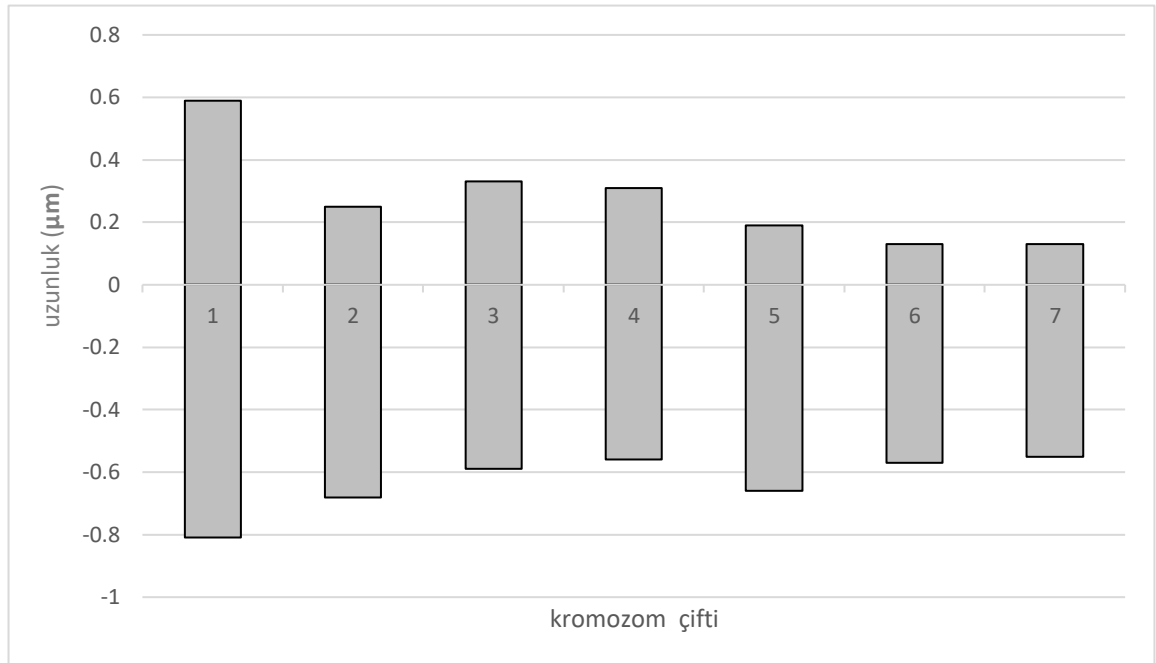


Şekil 4.5. *Eutrombidium trigonum* metafaz kromozomları, $2n=14$ **a.** birinci metafaz alanı, **b.** ikinci metafaz alanı, **c.** üçüncü metafaz alanı

Eutrombidium trigonum türünün detaylı kromozom uzunlukları Tablo 4.3’de verilmiştir. Toplam haploid kromozom uzunluğu ve ortalama kromozom uzunluğu sırasıyla $6.35\ \mu\text{m}$ ve $0.9\ \mu\text{m}$ olarak hesaplanmıştır. Kromozom uzunlukları $0.68\ \mu\text{m}$ ile $1.40\ \mu\text{m}$ arasında değişmektedir. Monoploid idiyogram Şekil 4.6’da verilmiştir.

Tablo 4.3. *Eutrombidium trigonum*' un detaylı kromozom ölçümleri

Kromo zom çifti	Uzun kol uzunluğu (μm)	Kısa kol uzunluğu (μm)	Toplam uzunluk (μm)	Relatif uzunluk (%)	Kol oranı	Sentro merik indeks (%)	Krom ozom tipi
1	0.81	0.59	1.40	22.05	1.37	42.14	Metase ntrik
2	0.68	0.25	0.93	14.65	2.72	26.88	Subme tasentri k
3	0.59	0.33	0.92	14.49	1.79	35.87	Subme tasentri k
4	0.56	0.31	0.87	13.70	1.80	35.63	Subme tasentri k
5	0.66	0.19	0.85	13.39	3.47	22.35	Akrose ntrik
6	0.57	0.13	0.70	11.02	4.38	18.57	Akrose ntrik
7	0.55	0.13	0.68	10.71	4.23	19.12	Akrose ntrik



Şekil 4.6. *Eutrombidium trigonum*' un monoploid idiyogramı

5. SONUÇLAR

Akarlarda kromozom çalışmaları oldukça azdır. Özellikle tür sayısı bakımından az olan gruplarda, sitogenetik çalışma oldukça azdır. En fazla türe ve birey sayısına sahip olan Oribatidlerde bile sürekli olarak karyolojik araştırmalar yapılmasına rağmen, tanımlanan toplam türlerin %5'inden daha azı çalışılmıştır. Buna rağmen bazı sorular cevaplanmamış, cinsiyet belirleyici mekanizmalar gibi özellikler doğrulanmamıştır (Pengjun vd. 2004). Bu sonuçlar da sürekli bu çalışmaları zorlaştırmakta ve sonuçlar tam açıklanamamaktadır.

Akarlar ayrı eşeylidirler. Fakat bazı çevresel etkilere dolayı partenogenez üremeye görülmektedir. Bu durum üremeleri hakkında kısıtlı bilgiye sahip olan akarlarda üreme hücrelerinin eşey kromozomlarının belirlenmesi çalışmalarını zorlaştırmaktadır. Partenogenez; erkeklerin varlığında isteğe bağlı, yokluğunda veya ender olmaları halinde ise zorunludur. Bu tür akarların cinsiyet kromozomlarını çalışmak oldukça zordur.

Akarlarda değişik bir üreme modeli vardır; telitoki, haplodiploidi ve diplodiploidi olmak üzere üç üreme modeli ve ankestral üreme modeli olarak diplodiploidi rapor edilmiştir (Norton vd., 1993; Wrensch vd., 1994). Genel olarak diplodiploidide yavru bireyler (erkek ve dişi) döllenmiş yumurtalardan üretilir ve cinsiyet oranı neredeyse eşittir (1:1). Eşeyli oribatid akarlarının aksine, partenogenetik türlerde erkek oranı çok düşüktür ve bu nadir bulunan erkekler genellikle kısırdır. Bazı faktörler partenogenetik türlerde nadir erkeklerin oranını değiştirebilir. Çevresel koşullar bu faktörlerin en önemlilerinden biridir ve erkeklerin üretimini arttırabilir (Chang vd., 2017). Tarsonemidlerde erkekler haploid, arkhentokus partenogenez ile çoğalırken dişiler diploiddir. Bu durum döllenmiş yumurtaların 2-4 kromozom sayısına, döllenmemiş yumurtalarında 2 kromozom sayısına sebep olduğunu göstermiştir (Flechtmann ve Flechtmann, 1984).

Kromozomal parametreler, morfolojik veya moleküler tekniklerle birlikte kullanıldığında evrimsel ilişkilerin anlaşılmasına önemli katkılarda bulunur. Bazı önemli kromozomal parametreler temel kromozom sayısı, diploid kromozom sayısı, poliploidi derecesi, karyotip formülü, toplam haploid uzunluğu, sentromerik indeks ve karyotip asimetrisidir. Bu parametreler içerisinde özellikle diploid kromozom sayısı ve karyotip asimetrisi

taksonlar arasındaki ilişkilerin belirlenmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır (Gümüş, 2020).

Bu çalışma ile *Trombidium holosericum*, *T. latum* ve *Eutrombidium trigonum* taksonlarının diploid kromozom sayıları ve karyotipleri ilk kez bildirilmiştir. Fakat trombidiidoid akarlarda kromozomal verileri hiç bilinmediği için herhangi bir karşılaştırma yapılamamıştır. Bu akarlarının sitotaksonomisini desteklemek için daha fazla kromozomal veriye ihtiyaç vardır.

Bugüne kadar yapılan kromozom çalışmalarında geniş aralıkta kromozom sayısı bulunmuştur. Akarlar ve kenelerin $2n = 2$ ile 36 kromozoma sahip olduğu rapor edilmiştir (Oliver, 1977). Yapılan bu çalışma ile *Trombidium holosericum* ve *T. latum* için $2n=12$ kromozom sayısı, *Eutrombidium trigonum* için ise $2n=14$ kromozom sayılarına ulaşılmıştır.

Ayrıca bu çalışma ile morfolojik olarak birbirinden ayrılması oldukça güç olan *Trombidium holosericeum* ve *T. latum* türlerinin üreme bakımından izole olmuş türler olarak kabul edilip sibling yani ikiz tür olabilecekleri kanaatine varılmıştır. Bu iki türün kromozom sayılarının aynı olması, sadece kromozom uzunluklarının farklı olması dikkat çekicidir.

Bu tür kromozomal çalışmaların, moleküler düzeyde de desteklenmesi grupların filogenetik yakınlığının ortaya çıkmasına yardımcı olacağı gibi, laboratuvarında çiftleştirilemeyip sadece morfolojik özellikleriyle verilen türler için de belirleyici olacaktır.

Ayrıca bu çalışma da canlı hücrelerine etki eden kolsişinin alkolde bekletilen birey ile direk canlı bireye aynı yöntemle uygulandığında kromozomların belirginliği açısından bir farklılık olup olmayacağı deneysel olarak çalışılmıştır. Sonuçta preparasyonda herhangi bir farklılık gözlenilmemiştir.

KAYNAKLAR

- Aslantaş, M. ve Okutaner, Y. (2019) “*Cortodera flavimana* (Waltl, 1838) ve *Chlorophorus varius* (Müller, 1766) (Coleoptera: Cerambycidae) Türlerinin İlk Kromozom Kayıtları”, ***Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi***, 6 (4), 715-719.
- Atlı, K. ve Bozcuk, A.N. (2002) “Telomerler ve Hücresel Yaşlanma”, ***Geriatri***, 5,111-4.
- Bayram, S., Çobanoğlu, S. and Saboori A. (2008) “A New Host Record of *Allothrombium triticism* (Acari: Prostigmata: Trombidiidae) Larvae Ectoparasitic on *Adalia bipunctata* (Coleoptera: Coccinellidae) from Turkey”, ***Journal Entomological Society of Iran***, 27, 5–7.
- Bolland, H., Gutierrez, J. and Helle, W. (1982) “Chromosomes in Spider Mites (Tetranychidae- Acari)”, ***Acarologia***.
- Bolland, H., R. and Gotoh, T. (1992) “Chromosome Numbers in the Genus *Panonychus* in Japan (Acari: Tetranychidae)”, ***Applied Entomology and Zoology***, 27 (4), 602-604.
- Buğa, E. (2015) “Ahmediye Gölü (Erzincan) ve Çevresinin Trombidioid Akar (Acari: Trombidoidea) Faunasının Belirlenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, ***Erzincan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü***, Erzincan, 1-9.
- Buğa, E. (2020) “Sansa Boğazı (Türkiye) Trombidioid ve Erythraeoid Akar (Acari: Prostigmata) Faunası”, Doktora Tezi, ***Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü***, Erzincan, 1-19.
- Buğa, E. ve Sevsay, S. (2020) “A Contribution to The Genus *Valgothrombium* Willmann, 1940 (Acari: Microtrombidiidae) from Turkey”, ***Systematic and Applied Acarology***, 25 (1): 16.
- Buğa, E. ve Sevsay, S. (2021) “Two New Species and Three New Records of The Genus *Diplothrombium* (Acari: Johnstonianidae) from Turkey”, ***Systematic and Applied Acarology***, 26 (1): 15-32.
- Chang, M., S., Asem, A. and Sun, S., C. (2017) “The Incidence of Rare Males in Seven Parthenogenetic *Artemia* (Crustacea: Anostraca) Populations”, ***Turkish Journal of Zoology***, 41, 138-143.
- Chen, C., Munderloh, U., G. and Kurtti, T., J. (1994) “Cytogenetic Characteristics of Cell Lines from *Ixodes scapularis* (Acari: Ixodidae)”, ***Journal of Medical Entomology***, 31(3): 425-434.
- Chunsheng, C. and Yangchun, M. (1986) “Studies on The Karyotype and C-banded Chromosomes of *Eulaelaps shanghaiensis* (Acari: Gamasina)”, ***Acta Genetica Sinica*** 13 (4), 295-301.

- Chunsheng, C. and Yangchun, M. (1987) "Studies of Karyotype and C-banding, G-banding Chromosomes of *Haemolaelaps casalis*", **Zoological Research**, 3: 143-148.
- Chunsheng, C. and Yangchun, M. (1990) "The Chromosome of Species of Acari", **Kung Chong ZhiShi**, 3: 188-192.
- Cooper, C. (1997) "The Crippling Consequences of Fractures and Their Impact on Quality of Life", **The American Journal of Medicine**, 103(2):12-19.
- Çam, P. (2006) "*Mesocricetus brandti* (Nehring,1898) (Mammalia: Rodentia)'nın Hibrit Bireylerindeki Kromozomal Düzenlemeler", Yüksek Lisans Tezi, **Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Ankara.
- Çobanoğlu, S., Uysal, C. and Ökten, E. (2003) "The Complex of the Beneficial Mite Fauna of Ornamental Trees and Shrubs in Ankara", **Entomologist's Monthly Magazine**, 139: 7-12.
- Doğan, S. (2009) "Akaroloji ders notları", **Atatürk Üniversitesi Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi**, Erzurum.
- Eroğlu, H., E. ve Per, S. (2016) "Karyotype Analysis of *Zygoribatula cognata* (Oudemans) (Acari: Oribatida: Oribatulidae)", **Türkiye Entomoloji Dergisi**, 40 (1), 33-38.
- Fabricius, J., C. (1775) "Systema Entomologiae, Sistens Insectorum Classes, Ordines, Genera, Species, Adiectis Synonymis, Locis, Descriptionibus, Observationibus", **Flensburgi et Lipsiae**.
- Flechtmann, C., H., W. and Flechtmann, C., A., H. (1984) "Reproduction and Chromosomes in the Broad Mite, *Polyphagotarsonemus latus* (Bank,1904) (Acar, Prostigmata, Tarsonemidae)", **Acarology**.
- Gabryś, G. (1999) "The World Genera of Microtrombidiidae (Acari, Actinedida, Trombidiioidea)", **Monographs of the Upper Silesian Museum**, 2, 1-361.
- Gokhman, V., E. and Quicke, D., L., J. (1995) "The Last Twenty Years of Parasitic Hymenoptera Karyology: An Update and Phylogenetic Implications", **Journal of Hymenoptera Research**, 4, 41-63.
- Goldarazena, A., Zhang, Z., Q. and Jordana, R. (2000) "A New Species and A New Record of Ectoparasitic Mites from Thrips in Turkey (Acari: Trombidiidae and Erythraeidae)", **Systematic Parasitology**, 45: 75-80.
- Guerra, M., Cabral, G., Cuacos, M., González-Garcia, M., González-Sánchez, M., Vega, J. and Puertas, M., J. (2010) "Neocentrics and Holokinetics (Holocentrics): Chromosomes Out of The Centromeric Rules", **Cytogenetic and Genome Research**, 129 (1-3): 82-96.

- Gunn, S., J. and Hilburn, L., R. (1990) "Cytosystematics of Five North American *Dermacentor* (Acari: Ixodidae) Species", ***Journal of Medical Entomology***, 27(4), 620-627.
- Gunn, S., J. and Hilburn, L., R. (1995) "Cytosystematics of Five North American *Amblyomma* (Acarina: Ixodidae) Species", ***The Journal of Parasitology***, 81(1): 25-29.
- Gutierrez, J. and Bolland, H., R. (1986) "Description and Karyotype of *Schizonobia oudemansi* n. sp. from The Netherlands (Acari: Tetranychidae)", ***Entomologische Berichten***.
- Gutierrez, J., Bolland, H., R., Etienne, J. and Cotton, D. (1992) "Deuterotoky in *Mononychellus caribbeanae* (Acari: Tetranychidae) on Cassava in Guadeloupe. Karyotype and Preliminary Biological Data", ***Modern Acarology***.
- Gülkaç, M., D. (1987) "Malatya Yöresi Kör Fareleri (Rodentia: Spalacidae) Üzerinde Sitogenetik Bir İnceleme", Yüksek Lisans Tezi, ***İnönü Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü***, s.45-50, Malatya.
- Gümüş, N., Per, S. and Eroğlu, H., E. (2018) "Karyotype Analysis of *Phauloppia lucorum* (Koch, 1841) (Oribatida: Oribatulidae)", ***Türkiye Entomoloji Dergisi***, 42 (2), 77-83.
- Gümüş, N. (2020) "Bazı Oribatid Akar Türlerinin Kromozom Sayılarının Belirlenmesi", Yüksek Lisans Tezi, ***Yozgat Bozok Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü***, Yozgat.
- Haitlinger, R. (2000) "New Larval Mites (Acari: Prostigmata: Erythraeidae, Microtrombidiidae, Trombidiidae) from Turkey, Peru and Poland", ***Wiadomości Parazytologiczne***, 46: 379-396.
- Helle, W. and Wysoki, M. (2009) "The Chromosomes and Sex-Determination of Some Actinotrichid Taxa (Acari), with Special Reference to Eriophyidae", ***International Journal of Acarology***, 9 (2), 67-71.
- Hermann, J., F. (1804) "Mémoire Aptérologique", ***Published posthumously by Frédéric-Louis Hammer. F.G. Levrault***, Strassburg, viii, 144.
- Hongfu, Z. and Yangchun, M. (1982) "Studies on The Karyotypes of *Cosmolaelaps gurabensis* and *Ornithonyssus bacoti* (Acari: Gamasina)", ***Zoological Research***, 3,478.
- Huggans, J., L. and Blickenstaff, C., C. (1966) "Parasites and Predators of Grasshoppers in Missouri", ***Missouri Agricultural Experiment Station Research Bulletin***, 903: 1-40.
- Hughes-Schrader, S. and Ris, H. (1941) "The Diffuse Spindle Attachment of Coccids, Verified by the Mitotic Behavior of Induced Chromosome Fragments", ***Journal of Experimental Zoology***, 87(3): 429-456.

- Hughes-Schrader, S. and Schrader, F. (1961) "The Kinetochore of the Hemiptera", **Chromosoma**, 12, 327-350.
- Husband, R., V. and Wohltmann, A. (2011) "A Redescription of *Eutrombidium locustarum* (Walsh) (Acari: Microtrombidiidae) and a New North American *Podapolipoides* (Acari: Podapolipidae), Parasites of *Schistocerca piceifrons* (Walker) (Orthoptera: Acrididae) from Yucatan, Mexico", **International Journal of Acarology**, 37: 260-292.
- Imai, H., T., Taylor, R., W., Crosland, M., W., J. and Crozier, R., H. (1988) "Modes of Spontaneous Chromosomal Mutation and Karyotype Evolution in Ants with Reference to the Minimum Interaction Hypothesis", **Japanese Journal of Genetics**, 63 (2), 159-185.
- Karataş, E. (2014) "*Haplodrassus silvestris* (Blackwall, 1833) (Gnaphosidae) Türünün Karyotip Analizi", Yüksek Lisans Tezi, **Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Nevşehir, 1-55.
- Karol, S. (1998) "Hücre biyolojisi", **Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi Basımevi**, 1-451, Ankara.
- Karsavuran, Y. (1981) "Böceklerin Sınıflandırılmasında Kromozomlardan Yararlanma", **Türkiye Bitki Koruma Dergisi**, 5 (2), 115-130.
- Kethley, J. (1982) "Acariformes", In Parker, S.P., Synopsis and Classification of Living Organisms, **McGraw-Hill**, 117-169.
- Klug, C., M., Cardenas, A., J., P., Bullock, R., M., O'Hagan, M. and Wiedner, E., S. (2018) "Reversing the Tradeoff Between Rate and Overpotential in Molecular Electrocatalysts for H₂ Production", **American Chemical Society Catalysis**, 8 (4): 3286-3296.
- Koch, C., L. (1837) "Deutschlands Crustaceen, Myriapoden und Arachniden", **Ein Beitrag zur Deutschen Fauna von C. L. Koch**, Regensburg, fasc, 10-16.
- Krantz, G., W. and Walter, D., E. (2009) "A Manual of Acarology", **Texas Tech University**, 807 sayfa.
- Krantz, G., W. (2009) "A New Genus of the Family Macrochelidae (Acari: Mesostigmata) Based on *Macrocheles mycotrupetes* Krantz and Mellott and *M. peltotrupetes* K. and M., Phoretic Associates of Beetles (Coleoptera: Geotrupidae: Geotrupinae) in Southeastern USA", **International Journal of Acarology**, 35(1): 47-51.
- King, M. (1980) "C- Banding Studies on Australian Hylid Frogs: Secondary Constriction Structure and The Concept of Euchromatin Transformation", **Chromosoma**, 80,191-217.

- Leach, W., E. (1815) "A Tabular View of The External Characters of Four Classes of Animals which Linn, Arranged under Insecta: with The Distribution of The Genera Composing Three of These Classes into Orders, etc. and Descriptions of Several New Genera and Species", **Transactions of the Linnean Society, London**, 11(2), 306-400.
- Linnaeus, C., V. (1758) "Systema Naturae", **10th ed. Stockholm**.
- Macgregor, H., C. and Varley, G., M. (1983) "Working with Animal Chromosomes", **Wiley-Interscience Publ.**, Chichester, 1-250.
- Mąkol, J. (2002) "A Redescription of *Trombidium latum* C.L. Koch, 1837 (Acari: Actinotrichida: Trombidiidae) with Characteristics of All Active Instars", **Annales Zoologici**, 52: 433-442.
- Mąkol, J. (2007) "Generic Level Review and Phylogeny of Trombidiidae and Podothrombiidae (Acari: Actinotrichida: Trombidoidea) of The World", **Annales Zoologici**, 57 (1): 1-194.
- Mąkol, J. and Sevsay, S. (2011) "Notes on The Genus *Dolichothrombium* (Acari: Prostigmata: Trombidiidae) with Description of a New Species", **Zootaxa**, 2971: 1-16.
- Mąkol, J., Kłosińska, A. and Łaydanowicz, L. (2012) "Host-Parasite Interactions Within Terrestrial Parasitengona (Acari: Trombidiformes: Prostigmata)", **International Journal of Acarology**, 37: 260-292.
- Mąkol, J. and Wohltmann, A. (2012) "An Annotated Checklist of Terrestrial Parasitengona (Actinotrichida: Prostigmata) of The World, Excluding Trombiculidae and Walchiidae", **Annales Zoologici**, 62(3), 359-562.
- Mąkol J. and Wohltmann A. (2013) "Corrections and Additions to The Checklist of Terrestrial Parasitengona (Actinotrichida: Prostigmata) of The World, Excluding Trombiculidae and Walchiidae", **Annales Zoologici**, Museum and Institute of Zoology, Polish Academy of Sciences, 63(1), 15-27.
- Melters, D., P., Paliulis, L., V., Korf, I., F. and Chan, S., W., L. (2012) "Holocentric Chromosomes: Convergent Evolution, Meiotic Adaptations, and Genomic Analysis", **Chromosome Research**, 20, 579-593.
- Norton, R., A., Kethley, J., B., Johnston, D., E. and O'Connor, B., M. (1993) "Phylogenetic Perspectives on Genetic Systems and Reproductive Odes of Mites", **Evolution and Diversity of Sex Ratio in Insects and Mites**, 8-99.
- Oliver, J., H. (1966) "Cytogenetics of Ticks (Acari: Ixodoidea). 1. Karyotypes of the Two *Ornithodoros* Species (Argasidae) Restricted to Australia", **Annals of the Entomological Society to Australia**, 59 (1), 144-147.

- Oliver, J., H. (1972) "Cytogenetics of Ticks (Acari: Ixodoidea) 6. Chromosomes of *Dermacentor* species in the United States", *Journal of Medical Entomology*, 9 (2), 177-182.
- Oliver, J., H. (1973) "Cytogenetics of Ticks (Acari: Ixodoidea) 12. Chromosome and Hybridization Studies of Bisexual and Parthenogenetic *Haemaphysalis longicornis* Races from Japan and Korea", *Chromosoma*, 42, 269-288.
- Oliver, J., H. (1974) "Cytogenetics of Ticks (Acari: Ixodoidea) 14. Chromosomes of Nine Species of Asian *Haemaphysalines*", *Chromosoma*, 45, 445-456.
- Oliver, J., H., Tanaka, K. and Sawada, M. (1974) "Cytogenetics of Ticks (Acari: Ixodoidea) 14. Chromosomes of Nine Species of Asian *Haemaphysalines*", *Chromosoma*, 45, 445-456.
- Oliver, J., H. (1977) "Cytogenetics of Mites and Ticks", *Annual Review of Entomology*, 22, 407-429.
- Onrat, S., T., Aşçı, F. and Özkan, M. (2006) "A cytogenetics study of *Hydrodroma despiciens* (Müller, 1776) (Acari: Hydrachnellae: Hydrodromidae)", *Genetics and Molecular Research*, 5 (2), 342-349.
- Özdemir, I. (2004) "Ankara İlinde Otsu Bitkilerde Aphidoidea Türleri Üzerinde Taksonomik Araştırmalar", Doktora Tezi, *Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 188 s.
- Özelçi, D., Dönel, A., G., Örtücü, S. ve Sevsay, S. (2017) "Determination of External and Internal Microfungi of Trombidoid Mites", *Turkish Bulletin of Entomology*, 55-63.
- Pengjun, Z., Rongshu, F. and Yinghong, W. (2004) "Karyotype Analysis of Two Species of Oribatida (Acari)", *Acarologia*, 44 (3-4), 231-234.
- Peruzzi, L. and Eroğlu, H., E. (2013) "Karyotype Asymmetry: Again, How to Measure and What to Measure?", *Comparative Cytogenetics*, 7 (1): 1-9.
- Proctor, H. (1998) "Parasitengona. Velvet Mites, Chiggers, Water Mites", Version 09 August 1998. <http://tolweb.org/Parasitengona/2581/1998.08.09> in *The Tree of Life Web Project*, <http://tolweb.org/>.
- Robaux, P. (1967) "Contribution A l'étude des Acariens Thrombidiidae d'Europe: 1 Étude des Thrombidions Adultes de la Peninsule Iberique 2 Liste Critique des Thrombidions d'Europe", *Mémoires du Muséum National d'Histoire Naturelle*, 46: 1-124.
- Robaux, P. (1970) "La Prélarve de *Campylothrombium barbarum* Lucas (Acari-Thrombidiidae)", *Acarologia*, 12: 131-135.

- Robaux, P. (1973) "Etude des Larves de Trombidiidae. 4. Redescription des Formes Larvaires d'*Allothrombium neapolitum* Oudemans 1910, *Neothrombium neglectum* (Bruyant) 1908 et *Microthrombidium fasciatum* (Koch) 1836", *Acarologia*, 14 (4): 612-630.
- Robaux, P. (1974) "Recherches Sur le Développement et la Biologie des Acariens 'Trombidiidae'", *Mémoires du Muséum national d'histoire naturelle Paris (n.s.)*. Sér. A, Zoologie, 85: 1-186.
- Saygun, S. (2005) "Karadeniz'de Yaşayan Çeşitli Yassı Balıkların (Pisces, Pleuronectiformes) Kromozom Yapılarının Karşılaştırılması", Doktora Tezi, *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Samsun.
- Schrader, F. (1935) "Notes an The Mitotic Behavior of Long Chromosomes", *Cytologia*, 6 (4): 422-430.
- Severin, H., C. (1944) "The Grasshopper Mite *Eutrombidium trigonum* (Hermann), An Important Enemy of Grasshoppers", *South Dakota Agriculture Experimental Station Technique Bulltein*, 3: 1-36.
- Sevsay, S., Adil, S., Karakurt, İ., Buğa, E. and Akman, E. (2016) "Five New Records of The Genus *Trombidium* (Actinotrichida: Trombidiidae) from Northeastern Turkey", *Turkish Journal of Zoology*, 40, 151-156
- Sevsay, S. ve Özkan, M. (2005) "A New Species of Johnstoniana (Acari, Trombidiidae) from Turkey: *Johnstoniana hakani* n. sp.", *Gazi University Journal of Science*, 18 (2): 287-191.
- Sevsay, S. ve Özkan, M. (2005) "Erzurum ve Erzincan İlleri Kadife Akarları (Acari: Trombidiidae) Üzerine Sistemik Araştırmalar", *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 21 (1-2), 206-222.
- Sevsay, S. ve Özkan, M. (2010) "A New Species Of *Trombidium* Fabricus, 1775 (Acari: Prostigmata: Trombidiidae) For The Turkish Fauna", *Erzincan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 3-2; 155-162.
- Sevsay, S. ve Karakurt, İ. (2013) "*Eutrombidium trigonum* (Hermann) (Acari: Microtrombidiidae)'un Gelişim Evreleri ve Yapısal Özellikleri", *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 37 (1), 145-157.
- Sevsay, S. (2017) "A Checklist of The Erythraeoidea and Trombidoidea (Actinotrichida: Prostigmata) of Turkey", *Türkiye Entomoloji Bülteni*, 7 (2), 175-196.
- Sevsay, S. ve Buğa, E. (2018) "Trombidiid (Acari: Trombidiidae) Akarlar Tarafından Parazitlenen Konakçılar", *Erzincan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 11 (3), 606-609.

- Shirai, A., Ram, S., Gan, E., Lewis, J., R., Kanda, T., Chiang, G., L. and Groves, M., G. (1984) "Comparative Studies on the Karyotypes of *Leptotrombidium deliense*, *L. fletcheri*, and *L. arenicola* (Acari: Trombiculidae)", **Journal of Medical Entomology**, 21 (5), 616-617.
- Southcott, R., V. (1986) "Studies on The Taxonomy and Biology of The Subfamily Trombidiinae (Acarina: Trombidiidae) with A Critical Revision of The Genera", **Australian Journal of Zoology Supplementary Series**, 34: 1-116.
- Southcott, R., V. (1993) "Revision of The taxonomy of The Larvae of The Subfamily Eutrombidiinae (Acarina: Microtrombidiidae)", **Invertebrate Taxonomy**, 7 (4) 885-959.
- Swanson, C., P. (1965) "Cytology and Cytogenetics", **Macmillan**, 477- 499, London.
- Temizkan, G. (1994) "Genetik", **İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Basımevi**.
- Temizkan, G. (2014) "Moleküler Genetik", Nobel Tıp Kitabevleri, sayfa 28-34.
- Thor, S. (1935) "Übersicht und Einteilung der Familie Trombidiidae W. E. Leach 1814 in Unterfamilien", **Zoologischer Anzeiger**, 109(5-6), 107-112.
- Topaktaş, M. ve Rencüzoğulları, E. (2010) "Sitogenetik, 1486", *Nobel Yayın Dağıtım*, s. 9-22, Ankara.
- Topaktaş, M. (2010) "The Sensitivity of the Human Chromosomes to Ethyl Methane Sulfonate (EMS)", **Journal of Cell and Molecular Biology**, 7 (2).
- Uysal E., U. (2011) "Büyük Menderes Nehri'nden Yakalanan *Chondrostoma meandrense* (Elvira, 1987) ve *Acanthobrama mirabilis* (Ladiges, 1960) (Cyprinidae)'in Karyotip Analizi", Yüksek Lisans Tezi, **Adnan Mendres Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Aydın.
- Vercammen-Grandjean, P., H. (1973) "Sur Les Statuts de la Famille des Trombidiidae Leach, 1815 (Acarina: Prostigmata)", **Acarologia**, 15(1): 102-114.
- Verdun, P. (1909) "Sur l'Opportunité de la Division du Genre *Trombidium*, Proposée par Oudemans, C. R.", **Society Biology**, 67: 244-246.
- Yılmaz, İ. (1997) "Sitolojik ve Karyolojik Özellikler. Taksonomik Zoolojinin Prensipleri ve Metodları (Hayvan Taksonomi Dersleri)", **Oran Yayıncılık**, s. 59126, İzmir.
- Zhang, Z., Q. and Xin, J., L. (1992) "Review of Larval *Allothrombium* (Acari: Trombidoidea) with Description of A New Species Ectoparasitic on Aphids in China", **Journal of Natural History**, 26: 383-393.
- Zhang, Z. (1995) "Review of the Systematics and Biology of the Otopheidomenidae (Acari: Mesostigmata) with a Description of *Eickwortius* gen.n. from a Termite (Isoptera: Termitidae)", **Systematic Entomology**, 20, 239-246.

- Zhang, Z.-Q. (1998) "Biology ve Ecology of Trombidiid Mites (Acari: Trombidioidea)", ***Experimental & Applied Acarology***, 22: 139–155.
- Zhang, Z., Q. and Xin, J., L. (2007) "Review of Larval Allothrombium (Acari: Trombidioidea), with Description of a New Species Ectoparasitic on Aphids in China", ***Journal of Natural History***, 26, 383-393.
- Zhang, Z., Q. (2011) "Authorship and Date of Two Family-Group Names in The Trombidiidae (Acariformes: Parasitengona)", ***Systematic and Applied Acarology***, 16, 192-192.
- Zhihui, Q., Hongfu, Z. and Yangchun, M. (1997) "Progress in the Research of Karyotypes of Chromosomes of Ticks", ***Acta Arachnologica Sinica***, 6(1): 74-80.
- Walter, D., E. and Proctor, H., C. (2013) "Mites: Ecology, Evolution & Behaviour", ***Springer Dordrecht Heidelberg New York***, London, 447-458.
- Welbourn, W., C. (1983) "Potantial Use of Trombidioid and Erythraeoid Mites and Erythraeoid Mites as Biological Control Agents of Insecta Pest, In Biological Control of Pests by Mites", Hoy, M.A., Cunningham, G.L. and Knutson, L. (Eds). Agricultural Experiment Station, Division of Agriculture and Natural Resources, University of California, Berkeley, No: 3304, 103-140.
- Welbourn, W., C. (1984) "Phylogenetic Studies on Trombidioidea", Griffiths, D. A. & Bowman, C. E. (Eds) *Acarology VI*, Vol. 1. Chichester: ***Ellis Horwood Limited***, 135-142.
- Welbourn, W., C. (1991) "Phylogenetic Studies of Terrestrial Parasitengonina". in: Dusbabek, F. and Bukva, V. (Eds.), *Modern Acarology Vol. 2*, The Hague, ***SPB Academic Publishing***, 163-170.
- Welbourn, W., C. (1999) "Invertebrate Cave Fauna of Kartchner Caverns, Arizona", ***Journal of Cave and Karst Studies***, 61: 93-101.
- Wohltmann A. (1999) "On the Biology of *Trombidium brevimanum* (Berlese, 1910) (Acari: Prostigmata: Parasitengonae: Trombidiidae) with a Redescription of All Active Instars", ***Mitteilungen des Hamburger Zoologischen Museum und Institut***, 96: 157–168.
- Wohltmann, A. (2000) "The Evolution of Life Histories in Parasitengona (Acari: Prostigmata)", ***Acarologia***, 41(1-2),145-204.
- Wohltmann, A. (2005) "No Place For generalists Parasitengona (Acari: Prostigmata) Inhabiting Amphibious Biotopes" In: Weigmann, G., Al.berti, G., Wohltmann, A. & Ragusa, S. (eds). *Acarine Biodiversity in the Natural ve Human Sphere. Proceedings 5,h Symposium European Association of Acarologists*, 2004, Berlin. Phytophaga: 185-200.

- Wohltmann, A., Wendt, F., E. and Waubke, M. (1996) "The Life Cycle and Parasitism of the European Grasshopper Mite *Eutrombidium trigonum* (Hermann 1804) (Prostigmata: Parasitengonae: Microthrombidiidae), A Potential Agent for Biological Control of Grasshoppers (Saltatoria)", ***Experimental Applied Acarology***, 20, 545-561.
- Wohltmann, A., Köhler, J. and Martin, P. (2006) "Endoparasitic Mite Infections of Anuran Amphibians from Bolivian Montane Rain Forests, with Descriptions of Two New Hannemania Species (Acari: Parasitengona: Trombiculidae: Leeuwenhoeekiinae)", ***Organism Diversity Evolution***, 6(2): 141-150.
- Wohltmann, A., Gabryś, G. and Mąkol, J. (2007) "Terrestrial Parasitengona Inhabiting Transient Biotopes", in: R. Gerecke (Ed.), Vol. 7/2-1, Chelicerata, Acari I. Spektrum Elsevier, München, ***Süßwasserfauna von Mitteleuropas***, 158-240.
- Wrench, D., L., Kethley, J., B. and Norton, R., A. (1994) "Cytogenetics of Holokinetic Chromosomes and Inverted Meiosis: Keys to the Evolutionary Success of Mites, with Generalization on Eukaryotes, 282-343". In: Mites: Ecological and Evolutionary Analyses of Life-History Patterns (Ed. M. A. Houck). Chapman & Hall, New York, USA, 357 pp.
- Wysoki, M. and Bolland, H., R. (2009) "Chromosome Studies of Phytoseiid Mites (Acari: Gamasida)", ***International Journal of Acarology***, 9 (2), 91-94.